This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

ACHTZIGSTER BAND.

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1880.

SITZUNGSBERICHTE

DER

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

LXXX. BAND. III. ABTHEILUNG.

JAHRGANG 1879. — HEFT I BIS V.

(Mit 9 Tafeln und 14 Holzschnitten)

WIEN.

AUS DER K. K. HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

IN COMMISSION BEI CARL GEROLD'S SOHN,

UCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1880.

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1955
LIBRARY
CATALOGUED
NOV 15 1955
A. J. D.

INHALT.

Seite

XIV. Sitzung vom 13. Juni 1879: Übersicht 3

XV. Sitzung vom 19. Juni 1879: Übersicht 7

XVI. Sitzung vom 3. Juli 1879: Übersicht 13

Brücke, Über einige Consequenzen der Young-Helmholtz'schen Theorie. I. Abhandlung. (Mit 1 Holzschnitt.) [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.] 18

XVII. Sitzung vom 10. Juli 1879: Übersicht 73

Frisch, Über das Verhalten der Milzbrandbacillen gegen extrem niedere Temperaturen. [Preis: 18 kr. = 36 Pfg.] . . . 77

Stricker u. *Spina,* Untersuchungen über die mechanischen Leistungen der acinösen Drüsen. (Mit 3 Holzschnitten.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.] 95

Stricker u. *Unger,* Untersuchungen über den Bau der Grosshirnrinde. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 35 kr. = 70 Pfg.] . . . 137

Jarisch, Chemische Studien über Pemphigus. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 158

XVIII. Sitzung vom 17. Juli 1879: Übersicht 171

Wagner, Beiträge zur Kenntniss der respiratorischen Leistungen des Nervus vagus. [Preis: 10 kr. = 20 Pfg.] . . . 177

XIX. Sitzung vom 9. October 1879: Übersicht 191

XX. Sitzung vom 16. October 1879: Übersicht 199

Drasch, Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea. (Mit 2 Tafeln und 5 Holzschnitten.) [Preis: 90 kr. = 1 RMk. 80 Pfg.] 203

XXI. Sitzung vom 23. October 1879: Übersicht 249

Weiss, Über die Histiogenesis der Hinterstrangsklerose. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 18 kr. = 36 Pfg. 253

XXII. Sitzung vom 6. November 1879: Übersicht 263

Spina, Über die Saftbahnen des hyalinen Knorpels. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 20 kr. = 40 Pfg.] 267

XXIII. Sitzung vom 13. November 1879: Übersicht 278

Unger, Untersuchungen über die Entwicklung der centralen Nervengewebe. (Mit 2 Tafeln.) [Preis: 40 kr. = 80 Pfg.] 282

Seite

XXIV. Sitzung vom 20. November 1879: Übersicht 312

Koller, Beiträge zur Kenntniss des Hühnerkeims im Beginne der Bebrütung. (Mit 1 Tafel und 5 Holzschnitten.) [Preis: 30 kr. = 60 Pfg.] 316

XXV. Sitzung vom 4. December 1879: Übersicht 333

XXVI. Sitzung vom 11. December 1879: Übersicht 337

Weiss, Untersuchungen über die Leitungsbahnen im Rückenmarke des Hundes. [Preis: 15 kr. = 30 Pfg.] 340

Gärtner, Ein Beitrag zur Theorie der Harnsecretion. [Preis: 8 kr. = 16 Pfg.] 357

XXVII. Sitzung vom 18. December 1879: Übersicht 363

Biedermann, Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. IV. Mittheilung. Über die durch chemische Veränderung der Muskelsubstanz bewirkten Veränderungen der polaren Erregung durch den elektrischen Strom. (Mit 1 Tafel.) [Preis: 60 kr. = 1 RMk. 20 Pfg.] 367

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE

LXXX Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

6.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

XIV. SITZUNG VOM 13. JUNI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner übersendet eine Abhandlung des Herrn stud. phil. Ludwig Kerschner in Graz: „Über zwei neue *Notodelphyiden* nebst Bemerkungen über einige Organisationsverhältnisse dieser Familie."

Das c. M. Herr Karl Fritsch, emerit. Vice-Director der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, übersendet die fünfte Abtheilung seiner Abhandlung: „Über die jährliche Periode der Insekten-Fauna von Österreich-Ungarn." IV. Die Schmetterlinge, *Lepidoptera*. 2. Die Nachtfalter, *Rhopalocera*.

Das c. M. Herr Regierungsrath Prof. E. Mach übersendet eine Arbeit des Herrn S. Doubrava in Prag: „Über die Bewegung von Platten zwischen den Elektroden der Holtz'schen Maschine."

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Gustav Kohn, ord. Hörers an der Wiener Universität: „Über das räumliche vollständige Fünfeck."

Die Herren Professoren Dr. Richard Přibram und Dr. Al. Handl in Czernowitz übersenden eine Arbeit: „Über die specifische Zähigkeit der Flüssigkeit und ihre Beziehung zur chemischen Constitution." II. Abhandlung.

Herr Prof. Dr. K. Vrba in Czernowitz übersendet eine Abhandlung: „Über die Krystallform und die optischen Eigenschaften des Isodulcit — $C_7H_{14}O_6$ —."

Der Secretär legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Chemische Untersuchung der Ferdinandsbrunn-Quelle zu Marienbad in Böhmen", von Herrn Prof. Wilh. Friedr. Gintel an der deutschen technischen Hochschule in Prag.

2. „Bestimmung der Inclination aus den Schwingungen eines Magnetstabes", von Herrn W. Pscheidl, Professor am k. k. Staatsgymnasium zu Teschen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academie de Médecine: Bulletin. 43e Année, 2e série. Tome VIII. Nrs. 19 & 20. Paris, 1879; 8°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 48e Année, 2e série, tome 47, Nr. 4. Bruxelles, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 15, 16 & 17. Wien, 1879; 4°.

Archiv der Mathematik und Physik. LXIII. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1878; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. IIIe Période. Tome I, Nr. 5—15. Mai 1879. Genève, Lausanne, Paris, 1879; 8°.

Central-Commission, k. k., zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale: Mittheilungen. V. Bd., 2. Heft. Wien, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nrs. 19, 20 et 21 et Tables des Comptes rendus. 2e Semestre 1878. Tome LXXXVII. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, Deutsche Chemische: Berichte. XII. Jahrgang. Nr. 8 & 9. Berlin, 1879; 8°.

— naturhistorische, zu Hannover: 27. u. 28. Jahresbericht für die Geschäftsjahre 1876—1878. Hannover, 1878; 8°.

— astronomische: Vierteljahrsschrift. XIV. Jahrgang. 2. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

— k. k. geographische, in Wien: Mittheilungen. Band XXII (neuer Folge XII). Nr. 5. Wien, 1879; 4°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band, Nr. 10, Juni-Heft 1879. Wien; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. LX. Jahrg. Nr. 21 bis 23. Wien, 1879; 4°.

Halle, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften vom Jahre 1878. 69 Stücke 4° & 8°.

Höfner, Gabriel: Die Schmetterlinge des Lavantthales und der beiden Alpen „Kor- und Saualpe.“ Klagenfurt, 1873&1878; 8°. — Die Tagfalter Deutschlands, der Schweiz und Österreich-Ungarns. Wolfsberg, 1879; 12°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang. Nr. 21 & 23. Wien, 1879; 4°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie und verwandter Theile anderer Wissenschaften für 1877. 3. Heft. Giessen, 1879; 8°.

Journal für praktische Chemie. Neue Folge. Band XIX. Nr. 5, 6 und 7. Leipzig, 1879; 8°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville. Journal mensuel. 23e Année. 3e Série. Tome IX. 450e Livraison. — Juin 1879. Paris: 4°.

Nature. Vol. 20, Nrs. 499, 500 und 501. London, 1879; 4°.

Observatory: A monthly review of Astronomy. Nr. 26. June, 1879; 8°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico, Vol. XIII, Nr. 12. Torino 1878; 4°.

Repertorium für Experimental-Physik, für physikalische Technik etc. von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 4. u. 5. Heft. München, 1878; 4°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. VIIIe Année, 2e Série, Nr. 47—49. Paris, 1879; 4°.

Società, J. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XVIII. N. S. Nrs. 2 e 3, 4 e 5. Gorizia, 1879; 4°.

Société Belge de Microscopie: Bulletin des Séances. Tome I. Année 1874—75. Bruxelles, 1875; 8°. — Annales, Tome II. Année 1875—76. Bruxelles, 1876; 8°. — Tome III. Année 1876—77. Bruxelles, 1877; 8°. — Tome IV. Année 1877—78. Bruxelles, 1877; 8°. — Bulletin. Cinquième Année. Nr. 7. Procès-verbaux, séance du 27 Mars et du 24 Avril 1879. Bruxelles, 1879; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 3e Serie. Tome V. 1877. — Nr. 12. Paris, 1879; 8°.

— botanique de France: Bulletin. Tome XXV. 1878. Comptes rendus de séances 3. Paris; 8°. — Revue bibliographique E. Paris, 1879; 8°.

Society the Asiatic of Bengal: Journal. New Series. Vol. XLVI. Part 2. Nr. IV. — 1877. Calcutta, 1877; 8°.

— — Vol. XLVII, Part 2. Nr. I. II, III 1878. Calcutta, 1878; 8°.

— — Proceedings. Nr. X. December, 1877. Calcutta. 1877; 8°. — Nr. I—VIII. January till August 1878. Calcutta, 1878; 8°.

Verein der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. Archiv. XXXII. Jahr (1878). Neubrandenburg, 1879; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 21—23. Wien, 1879; 4°.

Zoologische Station zu Neapel zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde: Mittheilungen. I. Bd., 3. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

XV. SITZUNG VOM 19. JUNI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet den ersten Theil einer in seinem Laboratorium von dem Assistenten Herrn Johann Horbaczewski ausgeführten Arbeit: „Über die durch Einwirkung von Salzsäure aus den Albuminoiden entstehenden Zersetzungsproducte."

Das c. M. Herr Prof. Wiesner übermittelt eine im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität von Herrn Dr. Karl Richter ausgeführte Arbeit, betitelt: „Untersuchungen über den Einfluss der Beleuchtung auf das Eindringen der Keimwurzeln in den Boden."

Der Secretär legt eine Abhandlung des Herrn Professor J. V. Janovsky in Reichenberg: „Über den ersten böhmischen Niobit und ein neues Titanat vom Isergebirge" vor.

Das w. M. Herr Director Dr. Franz Steindachner überreicht eine Reihe ichthyologischer Abhandlungen über die Fauna des Orinoco bei Ciudad Bolivar, des Mamoni-Flusses bei Chepo im Isthmus von Panama und einiger Flüsse Peru's unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss der Süsswasserfische Südamerikas".

Herr Director Steindachner legt ferner eine Abhandlung von Dr. Emil v. Marenzeller „Über südjapanische Anneliden" vor.

Das w. M. Herr Director Prof. E. Weiss überreicht eine Abhandlung von Herrn Robert v. Sterneck, Hauptmann im k. k. militär-geographischen Institute: „Über dessen Refractionsbeobachtungen auf der Spitze des Grossen Priel, Bösenstein, Bürgas und anderer Hochgipfel, an welche sich eine Bestimmung der für jeden dieser Punkte geltenden Constante der Refraction schliesst."

Herr Prof. Dr. M. Neumayr überreicht zwei Arbeiten aus dem palaeontologischen Universitätsmuseum; die eine derselben, von Herrn Dr. V. Uhlig, behandelt die Fauna der liasischen Brachiopodenkalke von Sospirolo bei Belluno.

Der zweite Aufsatz von Herrn Ladislaus Szajnocha ist betitelt: „Über die Brachiopodenfauna der Oolithe von Balin bei Krakau".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 178. Tomo XV. Mayo 15. Habana, 1879; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 43e Année, 2e serie. Tome VIII. Nr. 21, 22 & 23. Paris, 1879; 8°.

Accademia, R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVI. 1878—79. Serie terza. Transunti, Volume III. Fascicoli 5° e 6°. Aprile & Maggio 1879. Roma; 4°.

— R. delle Scienze di Torino: Atti. Vol. XIV, Disp. 3a (Febbraio 1879). Torino; 8°.

Akademie der Wissenschaften k. bair. zu München: Sitzungsberichte der math.-physik. Classe. 1879. Heft 1. München; 8°.

— — königl. Preussische zu Berlin: Monatsbericht. März 1879. Berlin; 8°.

— kaiserliche, Leopoldino-Carolinisch-deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft 15. Nr. 9—10. Mai 1879. Halle a. S.; 4°.

Astronomische Nachrichten. Bd. 95; 3—6. Nr. 2259—2262; Kiel, 1879; 4°.

Bonn, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften pro 1878. 46 Stücke, 4° u. 8°.

Cattaneo, Ange: Description de l'Invention ayant pour titre Avertisseur électro-automatique Télégraphe voyageant pour la sûreté des trains de chemin de fer. Pavia, 1878; 8°.

Centralbureau der europäischen Gradmessung: Verhandlungen zugleich mit dem Generalbericht für das Jahr 1878. Berlin, 1879; 4°. — Détermination télégraphique de la différence de longitude entre Genève et Strasbourg par E. Plantamour et M. Löw. Genève, Bade, Lyon, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nr. 22. Paris, 1879; 4°.

Exner, W. F. und Laubock Georg: Experimentelle Untersuchungen über Arbeitsverbrauch und Leistung an Sägemaschinen. 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg., Nr. 24. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 24. Wien, 1879; 4°.

Journal: American of Mathematics pure and applied. Vol. II. Number 1. Baltimore, 1879; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXV. Band, 1879. V. Gotha, 1879; 4°.

Nature. Vol. 20. Nr. 502. London, 1879; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". VIIIe Année, 2e Série, Nr. 50. Paris, 1879; 4°.

Scheffler Hermann: Wärme und Elasticität. Supplement zum II. Theil der Naturgesetze. Leipzig, 1879; 8°.

Schulze, F. W.: On periodical change of terrestrial Magnetism. Shanghai, London, 1879; 8°.

Società degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 4^a Aprile, 1879. Palermo; 4°.

Society, the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXIX. Nr. 7. May 1879. London; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly record of Geography. Vol. I. Nr. 6. June, 1879. London; 8°.

— the royal microscopical: Journal. Vol. II. Nrs. 3 & 4. May & June, 1879. London; 8°.

Sternwarte, k. k. zu Prag im Jahre 1878: Astronomische, magnetische und meteorologische Beobachtungen. XXXIX Jahrgang. Prag, 1879; 4°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 24. Wien, 1879; 4°.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

7.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XVI. SITZUNG VOM 3. JULI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz und Herr Director Weiss in Verhinderung des Herrn Hofrathes Stefan die Function des Secretärs.

Der Verein böhmischer Ärzte in Prag ladet die kaiserliche Akademie der Wissenschaften zu der von demselben in Gemeinschaft mit der Königgrätzer Stadtvertretung veranstalteten feierlichen Einsetzung der Gedenktafel am Geburtshause weiland des Präsidenten der Akademie Hofrathes Karl Freih. v. Rokitansky in Königgrätz am 3. August d. J. ein.

Herr Prof. Dr. C. B. Brühl, Vorstand des zootomischen Institutes der Wiener Universität, übermittelt für die akademische Bibliothek die bis jetzt erschienenen dreizehn Lieferungen seiner „Zootomie aller Thierclassen", nebst einem Separatabdruck seiner Abhandlung, betitelt: „Einiges über das Gehirn der Wirbelthiere etc."

Herr Regierungsrath A. Steinhauser, d. Z. in Waidhofen a. d. Y., dankt für den ihm zur Herausgabe seiner zwanzigstelligen Logarithmentafeln von der kaiserl. Akademie der Wissenschaften gewährten Druckkostenbeitrag.

Das w. M. Herr Prof. A. Winckler übersendet eine Abhandlung des Herrn stud. techn. Karl Bobek in Prag: „Über ebene rationale Curven vierter Ordnung."

Das c. M. Herr Prof. Dr. A v. Waltenhofen in Prag übersendet eine Abhandlung: „Über eine directe Messung der Inductionsarbeit und eine daraus abgeleitete Bestimmung des mechanischen Äquivalentes der Wärme".

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet zwei Abhandlungen:

1. „Über vierfach berührende Kegelschnitte der Curven vierter Ordnung mit drei Doppelpunkten," von Herrn stud. techn. Adolf Ameseder in Wien.
2. „Uber eine besondere Erzeugungsweise des orthogonalen Hyperboloids und über Büschel orthogonaler Kegel und Hyperboloide", von Herrn Franz Ruth, emerit. Assistenten der techn. Hochschule zu Graz, d. Z. in Zürich.

Der Secretär-Stellvertreter legt noch folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über die krystallisirbaren Bestandtheile des Corallins", Fortsetzung einer von der Akademie subventionirten Arbeit des Herrn Karl Zulkowsky, Professor der chemischen Technologie an der technischen Hochschule in Brünn.
2. „Über Kettenbrüche", von Herrn Prof. L. Gegenbauer in Innsbruck.
3. „Über die durch elektrische Strahlen erregte Phosphorescenz", von Herrn Eugen Goldstein in Berlin.

Das w. M. Herr Hofrath E. v. Brücke überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Über einige Consequenzen der Young-Helmholtz'schen Theorie".

Das w. M. Herr Hofrath v. Hochstetter legt in seinem Namen und im Namen des Herrn Karl Deschmann, Custos am Landesmuseum zu Laibach, eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung vor unter dem Titel: „Prähistorische Ansiedlungen und Begräbnissstätten in Krain," nebst einem Anhange über die Skelette aus den Gräbern von Roje bei Moräutsch in Krain, von Herrn J. Szombathy.

Das w. M. Herr Director E. Weiss bespricht die Entdeckung eines Kometen durch L. Swift in Rochester.

Am 21. Juni lief von Smithsonian Institution in Washington folgendes Telegramm ein:

„Washington June 20. Lewis Swift, discovered comet four days ago at Rochester N. Y.; detected motion at one o'clock this morning at right ascension about $2^h\ 30^m$, declination north 58° motion a little over one degree of north, bright, with short tail."

Herr Dr. J. Puluj, Privatdocent und Assistent am physikalischen Cabinete der Wiener Universität, überreicht eine Mittheilung „Über das Radiometer".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin 43 Année, 2e série. Tome VIII. Nrs. 24 & 25. Paris, 1879; 8°.

— royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 48e année, 2e série. Tome 47. Nr. 5. Bruxelles, 1878; 8°.

Akademie der Wissenschaften, Königl. Preuss., zu Berlin: Monatsbericht. April 1879. Berlin; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 18 & 19. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band XCV; 7 & 8. Nr. 2263—4. Kiel, 1879; 4°.

Brühl, Carl Bernhard Dr.: Zootomie aller Thierklassen. Lieferung 1—13. Wien; gr. 4°. — Einiges über das Gehirn der Wirbelthiere mit besonderer Berücksichtigung jenes der Frau. Wien, 1878; 12°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1876. 7. Heft. Wien, 1879; 8°. — Für das Jahr 1877. 9. Heft. Wien, 1879; 8°.

Christiania, Universität: Aarsberetning for Aaret 1876 & 1877 med Bilage. Christiania, 1877/78; 8°. — Universitets-og Skole-Annaler. Tredie Racke. 3. og 4. Hefte. Juli 1877. Christiania, 1877; 8°. — Tredie Racke. XV. 1ste og 2det Hefte. Juli 1878. Christiania; 8°. — 3die Hefte. Februar, 1879. Christiania; 8°.

— Widenskabs-Selskabet: Forhandlingar. Aar 1876. Christiania, 1877; 8°. — Aar 1877 & 1878. Christiania, 1878/9; 8°. — Register 1868—1877. Christiania, 1879; 8°. — Fortegnelse over Separat-Aftryk. Christiania, 1878; 8.

— Norske Rigsregistranter Tildeels i Uddrag. 6. Binds 2 Hefte. 1631—1634 ved Otto Gr. Lundh. Christiania, 1877; 8°. — 7. Binds. 1. Hefte. 1635—1637 ved Otto Gr. Lundh. Christiania, 1877; 8°.

— Beretning om Bodsfaengslets Virksomhed i Aaret 1876 & 1877. Christiania, 1877—8; 8°.

— Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. 23. Binds. 1.—4 Hefte. Christiania, 1877; 8°. — 24. Binds. 1. — 3. Hefte. Christiania, 1878; 8°.

Christiania, Archiv for Matemathik og Naturvidenskab. Andet Bind. 1—4. Hefte. Kristiania, 1877; 8°. — Tredie Bind. 1.—4. Hefte. Kristiania, 1878; 8 — Fjerde Bind. 1. Hefte. Kristiania, 1879; 8°.

— Tromsø Museums Aarshefter. I. Tromsø, 1878; 8°.

— Bidrag til Kundskaben om Norges arktiske Fauna. I. Mollusca regionis arcticae Norvegiae; af Dr. G. O. Sars. Christiania, 1878; 8°. — Om Poncelet's Betydning for Geometrien af Elling Holst. Christiania, 1878; 8°.

— Festskrift til det kgl. Universitet i Upsala ved dets Jubilaeum i September 1877. Christiania, 1877; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nrs. 23, 24 & 25. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, Deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 10. Berlin, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg. Nr. 25 & 26. Wien, 1879; 4°.

Greifswald, Universität: Akademische Schriften pro 1878; 37 Stücke, 4° & 8°.

Ingenieur- u. Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 25 & 26. Wien, 1879; 4°.

— Zeitschrift. XXXI. Jahrgang 1879. 5. Heft. Wien, gr. 4°.

Institut, Norwegisches meteorologisches: Jahrbuch für 1874—1876. Christiania, 1877/78; gr. 4°.

Journal, the American of Science and Arts. 3. Series. Vol. XVII. (Whole Number CXVII) Nr. 102. June, 1879. New Haven; 8°.

Matcovich, Paolo: Flora crittogamica di Fiume. Cenni generali. Fiume, 1879; 8°.

Militär-Comité, k. k. techn. & administrat.: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1879. 5. Heft. Wien; 4°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXV. Band, 1879. VI. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du Dteur Quesneville: Journal mensuel. 23e Année. 3e Série. Tome IX. 451e Livraison. — Juillet 1879, Paris; 4°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College: Bulletin Vol. V. Nr. 10. Cambridge, 1879; 8°.

Nature. Vol. XX, Nrs. 503 & 504. London, 1879; 4°.

Observations, Magnetical and meteorological. Vols. II & III. Batavia, 1878; fol.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Abhandlungen. Band XII. Heft 1. Wien, 1879; gr. 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". 2me Série, VIIIme Année. Nrs. 51 & 52. Paris, 1879; 4°.

Schwedoff, Théodore: Théorie mathématique des Formes cométaires. Odessa, 1879; 8°.

Società dei Naturalisti in Modena: Annuario. Anno XIII. Disp. 1ª e 2ª. Serie IIª. Modena, 1879; 8°.

Société Belge de Microscopie: Bulletin. V^e^ année. Nr. 8. Bruxelles, 1879; 8°.

— mathématique de France: Bulletin. Tome VII. Nr. 4. Paris, 1879; 8°.

Society, the American geographical: Bulletin. 1879. Nr. 2. New York; 8°.

Ungarischer Karpathen-Verein: Jahrbuch. VI. Jahrgang 1879. Késmárk; 8°.

Verein für Landeskunde von Niederösterreich: Blätter. Neue Folge. XII. Jahrgang. Nr. 1—12. Wien, 1878; 8°. — Topographie von Niederösterreich. II. Band, 4. & 5. Heft. Wien, 1879; 4°.

— militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XVIII. Band, 4. u. 5. Heft. Wien, 1879; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 25 & 26. Wien, 1879; 4°.

Über einige Consequenzen der Young Helmholtz-schen Theorie.

Von dem w. M. Ernst **Brücke.**

I. Abhandlung.

(Mit 1 Holzschnitt.)

I.

In einer früheren Abhandlung[1] habe ich gezeigt, welche Farben die Young Helmholtz'sche Theorie als ihre Grundfarben anerkennen muss. Ich will jetzt untersuchen, welche Einrichtungen sie vorauszusetzen hat, und von einigen Consequenzen sprechen, zu denen sie führt.

Gewöhnlich sagt man, die in Rede stehende Theorie nehme drei verschiedene Arten von Nervenfasern an, welche die Empfindungen der drei Grundfarben vermitteln; es ist aber jedem Physiologen bekannt, dass die Verschiedenheit zunächst nicht in den Nervenfasern zu suchen ist, sondern in deren centralen und peripherischen Verbindungen. Dies wird stillschweigend anerkannt und obige Ausdrucksweise nur der Kürze wegen beibehalten.

Da wir bis jetzt keinerlei Spuren von Gesichtsempfindung aufgefunden haben, wenn nicht die anatomische Untersuchung auch Nervenfasern nachgewiesen hat und Nervenzellen, mit denen dieselben in Verbindung stehen, und da wir umgekehrt überall Gesichtsempfindungen antreffen, wo von einem optischen Apparate aus Nervenfasern zu Zellen des Centralnervensystems verfolgt werden können, so schliessen wir mit Recht, dass die Gesichtsempfindungen uns entweder durch die einen oder durch die anderen oder durch beide vermittelt werden.

---

[1] Diese Berichte, Bd. LXXVII., 3. Abth., S. 39 (28. Febr. 1878).

Da nun aber die Gesichtsempfindungen nicht mehr zur Wahrnehmung kommen, wenn wir mit einem gewissen Theile der Grosshirnrinde die fraglichen Zellen abgetragen haben, beziehungsweise wenn letztere durch krankhafte Processe zerstört oder functionsunfähig gemacht sind, so schliessen wir weiter, dass sie es sind, welche die Empfindungen als solche, als bewusst vorgestellte, zu Stande bringen, und dass die Nervenfasern nur die hierzu nöthigen Veränderungen veranlassen, indem sich in ihnen nicht näher bekannte moleculare Vorgänge von der Peripherie nach dem Centrum fortpflanzen. Dass ihnen diese letztere Function nicht abgesprochen werden kann, geht unzweifelhaft daraus hervor, dass die Empfindung durch äussere Objecte nicht mehr angeregt werden kann, wenn diese Leitungsbahnen irgendwo unterbrochen sind.

Die Young'sche Theorie stellt in den Vordergrund, dass jede Nervenzelle für sich allein ausser der Empfindung dunkel, schwarz, welche sie im Zustande der Ruhe bedingt, nur eine Art von Empfindung zu Stande bringen kann, entweder Roth oder Grün oder Violettblau, nicht verschiedene je nach der Art der Veränderung, welche in ihr hervorgebracht wird.[1] Die Verschiedenheiten in der Empfindung jeder einzelnen Zelle sind nur quantitativ; sie beziehen sich nur auf die Intensität der Empfindung, beziehungsweise auf den Wechsel derselben im zeitlichen Nacheinander.

Thomas Young ging ursprünglich von den peripherischen Endgebilden aus und ward durch Betrachtungen über das Mitschwingen zu seiner Hypothese von den drei Arten der Nervenfasern geführt. Seine Gründe sind, in der Form, in der er sie darlegte, für uns nicht mehr massgebend;[2] aber wir sehen in

[1] Man könnte sich allerdings auch vorstellen, dass jede dieser Zellen drei Abtheilungen hätte, von denen je eine eine der Grundfarben empfindet, und dass zu jeder dieser drei Abtheilungen eine besondere Nervenfaser geht; da aber für eine solche Annahme, die sich drei Nervenelemente morphologisch in eines vereinigt denkt, keinerlei anatomische Grundlage vorhanden ist, sie im Gegentheil vom anatomischen Standpunkte aus als gekünstelt und höchst unwahrscheinlich bezeichnet werden muss, so sehen wir vorläufig von ihr ab.

[2] Thomas Young sagte in einem am 12. November 1801 in der Royal Society gehaltenen Vortrage: „Since, for the reason here assigned by

seinen Resultaten diejenige Erweiterung der von Ernst Heinrich Weber und von Johannes Müller begründeten Theorie von der specifischen Energie der Sinnesnerven vorgeahndet, welche jetzt Aufnahme in unser Lehrgebäude gefunden hat. Diese Erweiterung sagt aus: der Opticus antwortet nicht nur, wenn er erregt wird, immer mit Gesichtsempfindung und der Acusticus mit Gehörsempfindung, sondern jede Faser des Opticus mit einer bestimmten Farbenempfindung, Roth, Grün oder Violettblau, und jede Faser

---

Newton, it is probable that the motion of the retina is rather of a vibratory han of an undulatory nature, the frequency of the vibrations must be dependent on the constitution of this substance. Now, as it is almost impossible to conceive each sensitive point of the retina to contain an infinite number of particles, each capable of vibrating in perfect unison with every possible undulation, it becomes necessary to suppose the number limited; for instance to the three principal colours, red, yellow and blue, of which the undulations are related in magnitude nearly as the numbers 8, 7 and 6; and that each of the particles is capable of being put in motion less or more forcibly by undulations differing less or more from a perfect unison; for instance, the undulations of green light, being nearly in the ratio of $6^1/_2$, will affect equally the particles in unison with yellow and blue, and produce the same effect as a light composed of those two species: and each sensitive filament of the nerve may consist of three portions, one for each principal colour. (Thom. Young: Lectures of natural philosophy. Vol. II, pag. 617.)

Unsere jetzigen Kenntnisse erlauben uns nicht mehr eine Hypothese in so bestimmter Form aufzustellen. Wir können zunächst nur den selbstverständlichen Satz aussprechen, dass die lebendigen Kräfte, die nicht in der Retina verloren werden, auch keine Veränderungen im Sehnerven und im Gehirn hervorbringen können. Von denen, welche in der Retina verloren wurden, muss es ungewiss bleiben, welche von ihnen den Zwecken des Sehens dienstbar werden und welche nicht. Aber selbst wenn wir von diesem Mangel absehen wollten, wenn wir, was gänzlich ungerechtfertigt, ja sicher geradezu falsch wäre, annehmen wollten, dass die abgegebene Energie überall gleichmässig für den Sehprocess verwendet werde, so würde uns doch unsere reiche Erfahrung über die Mannigfaltigkeit der Absorptionsspectra verbieten, uns noch in so einfache Gestalt gebrachten Vorstellungen hinzugeben. Die Absorptionsspectra zeigen uns, dass wir bis jetzt die Veränderungen, welche die Abgabe der Energie in flüssigen und festen Körpern mit den Änderungen der Schwingungsdauer erfährt, auch dann nicht a priori bestimmen können, wenn wir die Schwingungsdauer kennen, bei welcher der Verlust ein Maximum und die, bei welcher der Verlust ein Minimum ist.

des Acusticus mit der Empfindung eines Tones von bestimmter Höhe. Ebenso zweifeln wir nicht daran, dass uns gewisse Fasern des Geschmacksnerven die Empfindung des Bitteren, andere die des Süssen, noch andere die des Salzigen vermitteln, und dass auch eine ähnliche Theilung der Functionen unter den Fasern des Geruchsnerven existire; nur sind wir hier in der Erforschung der Grundempfindungen noch weiter zurück, als bei den Geschmacksnerven.

Es ist klar, dass die Grundidee der Young'schen Hypothese eine grosse Anzahl von Nervenzellen für den Aufbau der Gesichtswahrnehmungen voraussetzt, denn wir können von jeder Grundfarbe nur so viele Localzeichen aufnehmen, als wir Zellen besitzen, welche die Empfindung jener Grundfarbe erzeugen können. Hierin liegt indessen keine Schwierigkeit, da nach den Untersuchungen von Munk die Region der Hirnrinde, welche den Gesichtswahrnehmungen dient, eine sehr ausgedehnte ist.

Auch wenn man sich auf das kleinere von Ferrier in Anspruch genommene Feld oder auf ein noch kleineres beschränken will, ist die Zahl der darin vorhandenen Nervenzellen noch immer eine sehr grosse. Es wird dies jedem selbstverständlich erscheinen, der aus eigener Anschauung weiss, wie reichlich zellige Elemente, die für nervöse gehalten werden müssen, in die Hirnrinde eingewebt sind.

Welcher Art ist nun die Veränderung der Zelle im Centralorgan, welche sich zeitlich mit der Farbenempfindung deckt und nach unserer Vorstellung dieselbe hervorruft?

Die langdauernden Nachwirkungen, welche durch Lichteindrücke hervorgerufen werden können, lassen es nicht nur als wahrscheinlich, sondern auf den ersten Anblick als unzweifelhaft erscheinen, dass irgendwo, sei es in den Centralgebilden selbst, sei es in der Leitung, oder sei es in den peripherischen Endgebilden, chemische Vorgänge stattfinden, d. h. dass neue Verbindungen gebildet werden, welche erst, nachdem die Vorbedingungen, die sie erzeugten, aufgehört haben, allmälig wieder zerfallen, beziehungsweise wieder zu den alten Verbindungen zusammentreten.

Man muss indessen vorsichtig sein, denn wir kennen in der anorganischen Natur Veränderungen, die Niemand zu den chemi-

schen rechnet, und die nichtsdestoweniger sich nicht nur durch dieselbe, sondern sogar noch durch eine viel grössere Haltbarkeit auszeichnen, so die Erscheinungen der elektrischen Ladung und der Magnetisirung eines Stahlstückes. Wir kommen hier in das Gebiet der atomistischen Verschiebungen, Drehungen und Richtungen, die bei Gebilden, die dem physikalischen Experimente so schwer zugänglich sind, wie die Nervenzellen unseres Hirns noch in tiefes Dunkel gehüllt sein müssen.

Mit mehr Recht als die Dauer der Nachwirkungen, lässt sich wohl der Wechsel in denselben für die Annahme von chemischen Processen geltend machen. Es wird uns in der That schwer, uns den wiederholten Wechsel zwischen negativem und positivem Nachbild anders vorzustellen als so, dass mit Hilfe des kreisenden Blutes eine Regeneration stattfindet, in Folge welcher, wenn sie einen gewissen Grad erreicht hat, der ursprüngliche Process wieder beginnen und dauern kann bis eine neue Erschöpfung eine neue Regeneration nothwendig macht.

Wir wissen nichts Sicheres darüber, ob die Veränderungen, welche in allen drei Arten von Zellen vor sich gehen, ihrer Natur nach dieselben sind und die Verschiedenheit der Empfindung nur zusammenhängt mit der verschiedenen Beschaffenheit der Zellen als solcher, oder ob die Processe als solche in den verschiedenen Zellen verschieden sind.

Wir können den Beweis nicht führen, dass die Veränderungen, welche in den verschiedenen Opticusfasern fortgepflanzt werden, identisch sind. Andererseits bieten uns aber auch die gesammten Erfahrungen, die wir in der Nervenphysiologie gemacht haben, nicht den geringsten Anhalt, sie als verschieden anzusehen. Wenn sie identisch sind, so können selbstredend die Processe, welche sie in den Gehirnzellen hervorrufen, ihre Verschiedenheit nur der verschiedenen Beschaffenheit der letzteren verdanken. Wir sind nun nicht berechtigt, diesen willkürlich jede Art von Verschiedenheit anzudichten. Wir müssen es im Gegentheil wahrscheinlich finden, dass zwischen ihnen gewisse Analogien vorhanden sind, und wir werden es auch wahrscheinlich finden, dass zwischen einer Hirnzelle, die roth empfindet, und einer solchen, die grün empfindet, die Ähnlichkeit eine grössere

ist, als zwischen jeder von beiden und einer Zelle die hört, schmeckt oder riecht.

Wenn also die Verschiedenheit zwischen dem Rothempfindungsprocesse und dem Grünempfindungsprocesse nur von der Verschiedenheit der beiden Arten von Zellen abhängt, so muss auch hier noch eine gewisse Analogie stattfinden.

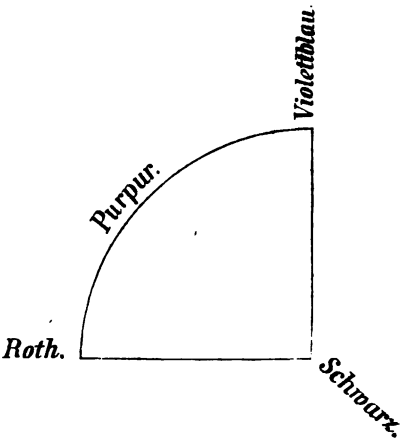
Die Young'sche Theorie kann es hiernach nicht wahrscheinlich finden, dass Roth und Blaugrün, Grün und Purpur, Violettblau und Citronengelb Gegensätze sind in Rücksicht auf die Processe, die ihnen zu Grunde liegen; sie muss es vielmehr wahrscheinlich finden, dass der Gegensatz nur darin begründet ist, dass die beiden Farben in einem gewissen Verhältnisse zu einander gefügt die Empfindung Weiss geben, welche wir als Abwesenheit einer bestimmten Farbe definiren, weil sie uns von dem für gewöhnlich dominirenden Lichte da erregt wird, wo dasselbe in seiner ursprünglichen, unveränderten Mischung zum Auge gelangt. Die Folge davon ist, dass ein Überschuss einer der beiden Farben durch Hinzufügen einer gewissen Quantität der andern Farbe getilgt, compensirt werden kann, was eben die sogenannten complementären oder Ergänzungsfarben als Gegensätze erscheinen lässt.

Es knüpft sich an diese Betrachtung eine andere Frage, die, ob es auch, nicht beim Menschen, sondern überhaupt, Farben geben könne, welche ganz ausserhalb unseres Farbensystems stehen. Ich glaube, dass man diese Frage bejahen muss. Man denke sich einen absolut Grünblinden, einen Menschen, bei dem die grünempfindenden Centraltheile nicht vorhanden oder absolut functionsunfähig sind. Er baut seine ganze Farbenwelt aus zwei Grundempfindungen, Roth und Violettblau, auf. Das System seiner Farben wird graphisch in der Ebene darstellbar sein.

Unter der Voraussetzung, dass es alle Farben des Farbenblinden bis zu einem gleichen Grade der Helligkeit enthalten soll, ist es dargestellt durch einen Kreisquadranten, wie ihn untenstehender Holzschnitt zeigt.

Purpur einer gewissen Nuance wird der Patient nicht vom Weiss, beziehungsweise vom Grau unterscheiden können, weil es für ihn die Farbe des dominirenden Lichtes zurückgibt, wie Weiss oder Grau. Da er die Empfindung Grün nicht hat, so

werden Spectralgrün und anderes Grün ihn nur so weit afficiren, als sie rothempfindende und violettblauempfindende Elemente erregen. Es wird also für jedes Grün, wenn es nicht zu lichtschwach ist, auch ein Purpur geben, von dem es der Patient nicht unterscheidet. Roth und Violettblau werden ihm nach der Young'schen Hypothese dieselben Empfindungen hervorrufen, wie uns, aber sein Urtheil über diese Empfindungen wird ein anderes sein als unseres, da ihm die Vergleichung mit unserer dritten Grundfarbe, dem Grün, fehlt und die Vergleichung mit den Mischfarben, welche mit Hilfe des Grün gebildet sind.



Es ist dabei von ziemlich untergeordneter Bedeutung, wie er die einzelnen Regionen des Spectrums und wie er einzelne ihm dargebotene Pigmentfarben benennt; denn seine Benennungen sind angelernt aus einer Nomenklatur, welche für sein Farbensystem durchaus nicht passt, welche aufgestellt worden ist, für ein System, das, wenn wie im obigen Quadranten die Helligkeitsabstufungen bis zum Schwarz berücksichtigt werden sollen, nicht mehr in der Ebene, sondern nur noch im Raume darstellbar ist, für ein System, das für ihn unbegreiflich und unvorstellbar sein muss.

Wie sich aber nun dieser Grünblinde zu uns verhält, so würden wir uns zu Wesen verhalten, die eine vierte ausserhalb unseres Systems stehende Grundfarbe hätten. Wir würden diese Farbe und ihre Wirkung auf die anderen Farbenempfindungen nicht vorstellen können, weil man eine Empfindung nicht vorstellen kann, die man nie gehabt hat, und für deren Vorstellung sich auch kein Surrogat aus anderen Vorstellungen bilden lässt.

Was aber für uns nicht vorstellbar ist, ist desshalb noch nicht unmöglich. Als unmöglich dürfen wir nur das bezeichnen, dessen Unmöglichkeit wir nachweisen können.

Man kann noch einen Schritt weiter gehen. Man kann sagen, dass es Wesen geben könne, deren Grundfarben nicht nur der Zahl nach, sondern auch der Qualität nach von denen des Menschen verschieden sind, ja wir wissen nicht, in wiefern dies nicht schon bei verhältnissmässig hoch stehenden Thieren der Fall sein mag. Wenn einige von ihnen Gegenstände an ihren Farben zu erkennen scheinen, so beweist dies noch nicht, dass sie die Farben so sehen wie wir, auch nicht, dass sie dieselben Grundfarben haben wie wir, sondern nur, dass sie mehrere Grundfarben haben, und dass die in ihrer Netzhaut liegenden Endapparate unter sich verschieden sind in Rücksicht auf ihre Erregbarkeit durch Lichtsorten von verschiedener Schwingungsdauer.

Wenden wir uns nach diesen einleitenden Bemerkungen über die Centraltheile zu den peripherischen Endapparaten. Es wird gut sein, unsere Kenntnisse und Vorstellungen über sie zu sichten, ehe wir zu ihren Verbindungen mit den Centralapparaten übergehen.

Verschieden unter einander müssen diese Endapparate sein, weil das Maximum ihrer Erregbarkeit mit verschiedenen Schwingungszahlen zusammenfällt. Die Annahme, dass dem so sei, ist, wie Jedermann weiss, nothwendig um die Farbenerscheinungen des prismatischen Farbenbildes überhaupt aus der Young'schen Hypothese zu erklären. Aber die nächste Frage ist die: In welchen morphologischen Elementen der Netzhaut sind die dem Sehen dienenden Endapparate zu suchen, und erst die zweite lautet: Welcher Art ist die Veränderung, welche sie bei der Erregung durch das Licht erleiden?

Was die erstere anlangt, so stimmen jetzt wohl Alle darin überein, dass die als erste Angriffspunkte für das Licht dienenden Apparate in der Stäbchenzapfenschicht zu suchen seien. Man stützt sich dabei erstens auf die musivische Anordnung der Elemente und zweitens auf den von Heinrich Müller gelieferten Nachweis, dass die Verschiebung des Schattens der Netzhautgefässe bei Verschiebung der Lichtquelle so beurtheilt wird, als ob der Schatten mit der äussersten, der hintersten, nicht als ob er mit der vorderen oder mit der mittleren Schicht der Netzhaut wahrgenommen würde.

Innerhalb der Stäbchenzapfenschicht sind es nun die Zapfen, welche wir als unsere für die Young'sche Hypothese in Betracht kommenden Endapparate ansprechen.

Der Grund, der uns dabei noch jetzt leitet, ist schon vor vielen Jahren von Helmholtz geltend gemacht worden: In der *Fovea centralis*, mit der wir am vollkommensten sehen, befinden sich nur Zapfen, gar keine Stäbchen, und gegen die Peripherie der Netzhaut wird das Sehen schlechter, während die Menge der Zapfen im Verhältniss zu der Menge der Stäbchen abnimmt, so dass erstere weiter auseinander rücken.

Es scheint also, dass uns die Stäbchen nicht oder doch weniger gut zum Sehen dienen.

Es wird angeführt, dass einzelnen Gattungen von Wirbelthieren die Zapfen gänzlich fehlen, dass sie nur Stäbchen besitzen, dass also diese Thiere, da sie doch auch sehen, eben mit den Stäbchen sehen müssen.

Aus den bisherigen Befunden geht aber noch nicht hervor, dass auch die Stäbchen der Menschen-Netzhaut zum Sehen im gewöhnlichen Sinne des Wortes dienen.

Es ist zugegeben und in neuerer Zeit besser als früher erkannt worden, dass auch bei Gattungen, denen die Zapfen zu fehlen scheinen, sich die Elemente der Stäbchenschicht einander nicht völlig gleichen. Die einen könnten also functionell den Zapfen des Menschen entsprechen, die anderen den Stäbchen. Mit anderen Worten, die Zapfen könnten nur in ihrem Aussehen von den Stäbchen in weniger auffälliger Weise verschieden sein, als dies beim Menschen der Fall ist. Ja wenn man zugibt, dass hier das äussere Ansehen kein sicheres Kriterium für die Function bietet, so würde selbst eine Retina mit durchaus gleich aussehenden stäbchenförmigen Elementen noch keinen Beweis liefern, dass mit den Stäbchen des Menschen gesehen wird, und auch dann, wenn man die Rinden-Elemente dieser Retina als unter sich gleichwerthig betrachtete, würde dieser Beweis noch immer nicht erbracht sein. In einer solchen Retina könnten ja die den Stäbchen des Menschen analogen Gebilde fehlen, sie könnte gebaut sein wie der Centraltheil der Retina des Menschen gebaut ist.

Der Annahme, dass der Mensch mit seinen Stäbchen sehe, steht eben die auffallende Abnahme des Unterscheidungs-

vermögens im indirecten Sehen entgegen. Würde jedes Stäbchen ein Localzeichen geben, wie jeder Zapfen, so würde, selbst wenn man den optischen Unvollkommenheiten der Bilder auf den Seitentheilen der Netzhaut vollkommen Rechnung trägt, diese Abnahme des Unterscheidungsvermögens unbegreiflich sein.

Unser indirectes Sehen hat eine ganz andere Art von Unvollkommenheit, als diejenige ist, welche nur von Unvollkommenheit der Netzhautbilder herrührt. Derjenige, welcher die Gegenstände schlecht unterscheidet lediglich wegen Unvollkommenheit der Netzhautbilder, der sieht die unvollkommenen Netzhautbilder an und für sich deutlich, er kann ihre Fehler, wenn er die sonst dazu nöthigen Kenntnisse besitzt, sehr bestimmt und sehr im Einzelnen beschreiben. Jeder kann sich diese Art des undeutlichen Sehens veranschaulichen, wenn er eine Linse vor sein Auge legt, welche die Einstellung für die jeweilige Objectweite unmöglich macht. Ganz anderer Art ist unser indirectes Sehen. Hier haben wir nicht sowohl die Empfindung, dass die Bilder den Objecten nicht entsprechen, als vielmehr die, dass wir von den Bildern überhaupt keine hinreichende Kenntniss erlangen, um sie sicher beurtheilen zu können.

Man könnte desshalb nur annehmen, dass die Stäbchen gruppenweise Localzeichen geben, etwa so, dass sie und der Zapfen, den sie zunächst umstehen, zusammen ein Localzeichen geben. Man könnte sich denken, dass so eine grössere Helligkeit zu Stande käme, als durch die Erregung des Zapfens allein.

Eine solche Mitwirkung der Stäbchen könnte in zweierlei Weise gedacht werden. Entweder könnten sie mit demselben Centralgebilde in Verbindung stehen wie der Zapfen und die Erregung nur verstärken, oder sie könnten mit eigenen Centralgebilden in Verbindung stehen, welche dieselbe, möglicher Weise aber auch eine andere Empfindung verursachen.

Sollte diese andere Empfindung die Empfindung von Weiss, von Licht ohne ausgesprochene Farbe sein?

Eigenthümliche Erscheinungen, welche das indirecte Sehen darbietet, haben in neuester Zeit zu einer Unterscheidung geführt zwischen Licht- und Farbenempfindung.

Weil wir auf den Seitentheilen der Netzhaut von gewissen Grenzen an, die nach der Schläfen- und nach der Nasenseite zu nicht

gleich vertheilt sind, Farben schlecht oder gar nicht erkennen, aber noch helle Gegenstände auf dunklem Grunde oder dunkle Gegenstände auf hellem Grunde wahrnehmen, so hat man gesagt, hier existire zwar Lichtempfindung, aber keine Farbenempfindung.

Man beruft sich auch darauf, dass die Grenze der Sichtbarkeit für weisse Gegenstände weiter vom Centrum des Sehfeldes entfernt liege, als die für farbige Gegenstände, was übrigens, wie ich im Vorhinein bemerken will, bestritten und, so ausgedrückt, auch sicher falsch ist. Wenn dies richtig wäre, so würde es bedeuten, dass es in den peripherischen Theilen der Netzhaut von einer gewissen Grenze an nur noch Elemente gebe, welche zwar durch dasjenige Gemisch aller Wellenlängen des sichtbaren Spectrums erregt würden, welches wir Weiss nennen, aber nicht mehr erregt würden durch ein solches, in dem dieselben Wellenlängen mit anderen relativen Intensitäten vertreten sind.

Bleiben wir bei dem Thatsächlichen und Allgemeinanerkannten stehen, so beschränkt sich dies auf folgende Punkte:

1. Es werden noch Helligkeitsunterschiede im indirecten Sehen deutlich wahrgenommen da, wo die Farben an denselben Objecten nicht mehr mit Sicherheit erkannt werden.

2. Die Kenntlichkeit der Farbe schwindet nicht für alle Wellenlängen gleichzeitig.

3. Viele Objecte zeigen im indirecten Sehen andere Farben als im directen.

Die auffälligen Unterschiede in den Angaben der einzelnen Beobachter auf diesem Gebiete veranlassten mich, selbst eine Reihe von Versuchen anzustellen.

Es handelte sich für mich nicht darum, die Grenzen meines Sehfeldes für Weiss und für die verschiedenen Farben abzustecken, es handelte sich darum die qualitativen Abweichungen des Sehens auf den Seitentheilen der Netzhaut da zu untersuchen, wo sie sich am auffallendsten darbieten und am leichtesten und sichersten untersucht werden können.

Ich finde in Übereinstimmung mit Anderen, dass dies am besten geschieht auf der Schläfenseite der Netzhaut. Man bringt das Object in eine solche Lage, dass es passend beleuchtet ist, man wendet das arbeitende Auge mässig nach aussen und fixirt; dann schiebt man das Object, das man bei einiger Übung aus

freier Hand führen kann, langsam so weit nach vorwärts, dass sein Bild im Sehfelde erscheint.

Man kann zwar solche Versuche auch auf der Nasenseite der Netzhaut anstellen, aber hier ist die Zone des, wenn es erlaubt ist so zu sagen, abnormen Sehens viel schmäler, und desshalb sind die Versuche hier viel schwieriger.

Ich habe bei den Versuchen an der Nasenseite der Netzhaut nichts gefunden, was mich zu anderen theoretischen Schlussfolgerungen geführt hätte als das, was ich auf der Schläfenseite beobachtete, und gehe nur auf die mit der letzteren Seite gemachten Versuche näher ein, weil ich ihnen aus dem vorerwähnten Grunde einen viel höheren Grad von Sicherheit zuschreiben muss.

Zuerst wurden Versuche mit farbigen Gläsern und farbigen Papieren angestellt, deren Farben stets auch spectroskopisch untersucht wurden. Die Untersuchung geschah aber nicht mit dem Spectroskop, sondern so, dass ein schmaler Streif des Papiers auf schwarzem Grunde durch ein einfaches Flintglasprisma von 60° brechendem Winkel betrachtet wurde. Es wurde ferner stets darauf gesehen, dass die farbigen Flächen hinreichend gross waren, damit die Unvollkommenheit der Farbenwahrnehmung nicht noch durch die Kleinheit des Objectes gesteigert werden konnte.

Ich arbeitete im Allgemeinen mit quartblatt- oder octavblattgrossen Stücken. Felder von ein oder wenigen Quadratcentimetern, wie sie zu anderen Versuchen auf diesem Gebiete brauchbar sein mögen, habe ich nie benützt, weil es mir auf möglichst bestimmte Auffassung von qualitativen Unterschieden ankam und weil ich andererseits, da ich emmetropisch-presbyopisch bin, die Objecte dem Auge nicht zu nahe halten durfte, wenn sich die Ränder des farbigen Feldes noch so scharf, wie es im indirecten Sehen überhaupt möglich ist, gegen den Grund absetzen sollten.

Ich untersuchte zuerst ein mattes karminrothes Papier. Dasselbe gab wenig Licht von kürzerer Wellenlänge als *D* zurück, und dies wenige war noch zum grossen Theile oberflächlich zerstreutes. Das Papier erschien mir braun, bei directer Sonnenbeleuchtung orange, aber wenig gesättigt. Um das oberflächlich zerstreute Licht wegzuschaffen, überzog ich es mit einem Firniss

aus Kanadabalsam und Äther. Es erschien mir nun bei der schwachen Beleuchtung beginnender Abenddämmerung, während man im directen Sehen die Farbe noch sehr gut und kräftig sah, im indirecten Sehen[1] sehr dunkel, schwärzlich, und wenn ich es so hielt, dass sich einige Glanzlichter bildeten, so erschienen diese hell, weiss auf ganz dunklem Grunde.

Bei hellerer Beleuchtung, im vollen diffusen Tageslichte erschien das Papier mir dunkel rothbraun.

Unter gleichen Umständen erschien mir ein mit Zinnober gefärbtes Glanzpapier je nach der Beleuchtung braun bis dunkel okergelb, wenig gesättigt. Dieses Papier gab noch Farben aus allen Theilen des Spectrums zurück.

Wenn man von dem neutralisirten Lichte in der Zinnoberfarbe absieht, so muss der farbige Rest angesehen werden als zusammengesetzt aus den Fundamentalfarben Roth und Grün. Wenn also das Roth geschwächt wird, so muss die Farbe gegen Gelb gedrängt werden. Die Farbe musste aber auch gegen Gelb gedrängt werden, wenn die Ungleichheit in der Erregbarkeit der roth- und grünempfindenden Elemente für verschiedene Schwingungsdauer hier geringer war als im *Centrum retinae*.

Der Erklärung aus der Abschwächung der Rothempfindung fügte sich ein violettes, schon zum Dunkelpurpurviolett neigendes Papier, das Strahlen aus allen Theilen des Spectrums zurückgab. Es erschien entschieden blauer, ja geradezu indigblau.

Aber anders schon verhielt es sich mit einem dunkelultramarin- bis indigblauem Papier. Dasselbe gab noch Licht aus allen Theilen des Spectrums zurück und absorbirte vorzugsweise Gelb und dessen nächste Nachbarschaft.

Es erschien im indirecten Sehen entschieden mehr violett. Im directen Sehen hatte es einen schwachen röthlichen Oberflächenschiller, aber ich habe mich auf das Bestimmteste überzeugt, dass dieser nichts mit seiner Farbenänderung im indirecten

---

[1] Wenn ich hinfort von indirectem Sehen spreche, so ist darunter wenn sonst nichts hinzugefügt wird, immer verstanden, dass das Bild auf der Schläfenseite der Netzhaut liegt und eben noch weit genug von der Peripherie, um überhaupt eine deutliche und bestimmte Wahrnehmung zuzulassen.

Sehen zu thun hatte. Ich hielt und beleuchtete das Papier so, dass im directen Sehen von diesem Schiller auch nicht das Geringste zu bemerken war, und wendete dann das Auge nach aussen; sogleich trat die Farbenwandlung ein.

Dem violetten und dem blauen Papier war also gemeinsam, dass bei beiden die Farbe in der Richtung der dritten Grundfarbe, Violettblau verschoben wurde. Es ist wahr, dass das Violette im indirecten Sehen mehr blau, das Blau im indirecten Sehen mehr violett erschien, so dass die Farben sich für die subjective Wahrnehmung nicht nur näherten, sondern noch um ein Stück an einander vorbeigingen, aber dies erklärt sich leicht aus dem Contraste mit der Wahrnehmung, welche in dem einen und in dem anderen Falle das directe Sehen bot. Man darf die Contrastwirkungen bei Nachbarfarben nicht unterschätzen. Man betrachte z. B. mit Zinnober oder Mennige gefärbte Papiere neben Karminroth oder Purpur einerseits und neben Gelb oder Braun andererseits, und man wird sich sogleich von der Bedeutsamkeit dieser Wirkungen überzeugen. Wir werden übrigens später sehen, dass die dritte Grundfarbe als solche wahrscheinlich mit der Farbenwandlung nichts zu thun hat.

Die Spectraluntersuchung wies Unterschiede zwischen dem blauen und violetten Papier nach, die aus Gründen, die wir später kennen lernen werden, einen wesentlichen Einfluss auf die im indirecten Sehen resultirenden Farben ausüben konnten. Das Violette gab sehr viel Roth zurück und absorbirte hauptsächlich grün, das blaue Papier gab weniger Roth zurück, aber das violette Ende des Spectrums mindestens eben so kräftig, wie mir schien kräftiger, als das violette Papier und ausserdem reichlich Blau und Grün.

Ein schön apfelgrünes Papier, das Licht aus allen Theilen des Spectrums zurückgab, erschien mir so entschieden grau, dass ich anfangs ungewiss war, in welcher Richtung es vom neutralen Grau abweiche. Nach wiederholter Beobachtung entschied ich mich für eine Abweichung in der Richtung der Lehmfarbe, also gegen Gelb.

Ein kanariengelbes Papier, das auch noch Farben aus allen Theilen des Spectrums zurückgab, aber vorzugsweise die brechbareren Strahlen bis gegen das Grün hin absorbirte, wich etwas

deutlicher gegen Gelb hin aus, erschien aber auch so ungesättigt, dass es höchstens als isabellfarben bezeichnet werden konnte.

Analoge Versuche habe ich mit farbigen Gläsern in der Weise angestellt, dass das Glas sich jedesmal zwischen dem Auge und dem bewölkten, aber gut erhellten Himmel befand.

Ein rothes überfangenes Glas, welches das durch diffuses Himmelslicht erzeugte Spectrum eines kleinen Spectroskopes à vision directe bis zu den *D*-Linien vollständig absorbirte, erschien sehr dunkel, schwärzlich und, wo wegen einer helleren Partie des Himmels Lichter auftauchten, erschienen sie nicht schön roth wie im directen Sehen, sondern in einem wenig gesättigten Rothbraun.

Ein grünes Glas, das das rothe Ende des Spectrums stark absorbirte, aber Grün und Blau reichlich durchliess, erschien im indirecten Sehen bläulichgrau.

Ein gelbes Glas, das das violette Ende des Spectrums stark absorbirte, aber die übrigen Farben durchliess, verlor im indirecten Sehen sehr an Sättigung und erschien weisslich, blass isabellfarben. Zwei aufeinandergelegte Platten dieses Glases absorbirten die stärker brechbaren Strahlen so stark, dass ich nur noch Roth, Gelb und Grün sah, wenn ich bei diffusem Lichte den Spalt meines kleinen Spectroskops hinreihend verengte, um die Frauenhofer'schen Linien deutlich zu sehen.

Ein violettes Glas, das noch alle Farben durchliess, nur vorherrschend Grün absorbirte, erschien im indirecten Sehen blau.

Ein tiefblaues Kobaltglas verlor an Sättigung, aber eine Veränderung in der Farbe konnte ich nicht mit Bestimmtheit erkennen. Ich muss hier bemerken, dass die Kobaltgläser einen gewissen Grad von Pachodichroismus haben. Ein und dasselbe Kobaltglas erscheint in dünnerer Schicht mehr blau, in dickerer Schicht mehr violett. Es hängt dies offenbar damit zusammen, dass die Wirkung des stark absorbirten grünen Lichtes in immer grösserer Ausdehnung unter die Fechner'sche Schwelle sinkt, unmerklich wird. Damit scheint es auch zusammenzuhängen, dass ein Kobaltglas, das gegen den bewölkten, aber gut erhellten Himmel gehalten, entschieden Blau erscheint, schwächer beleuchtete weisse Gegenstände, Papier, Stearinkerzen u. s. w. mehr violett erscheinen lässt.

Um das rothe und das Kobaltglas im indirecten Sehen zu vergleichen, setzte ich beide mittelst eines Holzgestells aneinander und verklebte den Spalt zwischen ihnen mit einem schwarzen Papierstreifen. Das rothe Glas erschien schon braun, während das Kobaltglas noch deutlich blau erschien. Das Braun erschien mir heller als früher, wo ich das rothe Glas allein untersuchte, mehr nussbraun. Wahrscheinlich rührte dies daher, dass das rothe Glas im directen Sehen als das hellere der Combination erschien.

Ich ging nun daran, die Spectralfarben als solche zu untersuchen. Zunächst sah ich einen verticalen Spalt im Fensterladen durch ein Flintglasprisma an. Der Spalt wurde so weit verengt dass die am leichtesten sichtbaren Frauenhofer'schen Linien im directen Sehen deutlich wurden. Die Anordnung war so getroffen dass das bogenförmige Bild des Spaltes im indirecten Sehen seine Concavität gegen das *Centrum retinae* gewendet hatte. Es erschien an dieser letzteren blau, an der convexen orange, in der Mitte weiss. Eigentliches Roth konnte ich nicht wahrnehmen. Wurde das Bild noch weiter ins indirecte Sehen geführt, so war nur noch ein heller Bogen bemerkbar, Farben konnten nicht mehr unterschieden werden. Dass beim Rücken gegen die Peripherie das Blau das Orange überdauerte, konnte nicht deutlich unterschieden werden, wahrscheinlich wegen der relativen Lichtschwäche des brechbarsten Theiles des prismatischen Farbenbildes, denn dass die Blauempfindung weiter als die Rothempfindung gegen die Peripherie hin reicht, ist von anderen Beobachtern durch unverwerfliche Versuche festgestellt.

Zweitens richtete ich mein kleines Spectroskop à vision directe so, dass der Spalt horizontal war, also ein verticaler Rand eines Spectrums gebildet wurde, in dem die verschiedenen Farben in näherungsweiser gleicher Entfernung vom *Centrum retinae* lagen. Der Erfolg war derselbe. Auch hier gelang es nicht sicher beim Vorrücken gegen die Peripherie das Blau länger festzuhalten als das Orange. So lange ersteres sichtbar war, fand sich auch noch am minder brechbaren Ende ein brauner Ton, der als Repräsentant des Orange angesehen werden musste.

Endlich drittens untersuchte ich die Spectralfarben mit einem mit zwei Prismen und Collimator versehenen Spectralapparate

alter Construction. Ich lagerte denselben so, dass auch hier der Spalt horizontal lag. Das Resultat war dem sonst von den Spectralfarben erzielten analog. Die ganze Partie vom Blau bis zu den *D*-Linien ward weiss, von da gegen *C* folgten anfangs blasse, dann dunklere, aber immer nur wenig gesättigte Töne von Gelb zum Orange, das dann in dem weniger lichtstarken Theile jenseits *C* in Braun überging. Das rothe Ende des Spectrums war bereits völlig unsichtbar auf einer Netzhautpartie, auf der der mittlere lichtstarke Theil des Spectrums noch deutlich weiss erschien. Das blaue Ende des Spectrums blieb blassblau bis es verschwand, was beim Vorrücken gegen die Peripherie später oder früher geschah, je nach der Lichtstärke der untersuchten Partie. Ich erinnere mich nicht, es je so farblos gesehen zu haben, wie den mittleren Theil des Spectrums.

Ehe ich zur Discussion dieser Beobachtungen übergehe, muss ich noch einige andere beschreiben.

Ich brachte hinter einem rothen Überfangglase eine brennende Stearinkerze an, so dass beides mit einander leicht mit der Hand bewegt werden konnte und ich die Flamme durch das rothe Glas sah. Sie erschien im indirecten Sehen weiss. Da das Glas nicht ausschliesslich rothes Licht durchliess, so ersetzte ich es durch eine Fuchsinlösung. Auch jetzt noch erschien die Flamme weiss.

Um die Brechbarkeit des Roth, mit dem ich arbeitete, noch mehr einzuschränken, brachte ich die Fuchsinlösung zwischen zwei Kobaltgläser. Kobaltgläser lassen zweierlei Roth durch, ein brechbareres, das schon zwischen *C* und *D* liegt und ein weniger brechbares, das von ihm durch ein breites schwarzes Band getrennt ist. Dies weniger brechbare ist der Absorption im Kobaltglase weniger unterworfen als das brechbarere. Ich sah es noch mit dem Spectroskop durch die zwei über einander gelegten Kobaltgläser sehr kräftig, während das brechbarere sich selbst dann nicht mehr wahrnehmen liess, wenn ich mit einer nahen und hell brennenden Gasflamme direct beleuchtete.

Die übrigen Farben, welche die Kobaltgläser durchliessen, wurden von der Fuchsinlösung so vollständig absorbirt, dass die Combination nur das erwähnte minder brechbarere Roth durch-

liess. Selbst als mit brennendem Magnesiumdrath beleuchtet wurde war mit dem Spectroskop keine andere Farbe zu finden.

Dennoch erschien mir die Stearinkerzenflamme durch diese Combination beobachtet im indirecten Sehen gelblichweiss.

Ich muss bemerken, dass ich die mit künstlicher Beleuchtung angestellten Versuche zwar theilweise im sonst verdunkelten Zimmer machte, stets aber zur Controle auch so, dass noch Tageslicht genug vorhanden war um die natürlichen Farben der Gegenstände zu erkennen. Es war diese Controle nöthig wegen der Verstimmung, welche farbige Beleuchtung in unserem Sensorium hervorbringt.

So lange man es mit gemischtem rothen Lichte zu thun hat, könnte man sich zunächst folgender Vorstellung hingeben. „Es gibt Elemente, die Licht mit weisser Farbe empfinden und solche, die eine der drei Grundfarben empfinden. Von letzteren fehlen an der Peripherie von einer gewissen Grenze ab die rothempfindenden oder sind doch in sehr geringer Menge vorhanden. Es wird desshalb in dem gemischten Roth der chromatische Theil, das Roth, nicht oder doch nur relativ schwach empfunden und nur der neutrale Rest kommt zur Wahrnehmung."

Diese Anschauung würde anscheinend auch noch statthaft sein, wenn man mit monochromatischem Lichte zu thun hat. Man braucht nur die Annahme zu machen, dass auch die weissempfindenden Elemente von diesem monochromatischen Lichte erregt werden.

Es bleibt dabei die Frage offen, ob es sich um weissempfindende Elemente im eigentlichen Sinne handelt, d. h. um solche, deren Centralgebilde, wenn sie erregt werden, die Empfindung Weiss geben, oder um roth, grün und violett empfindende Centralgebilde, deren peripherische Endapparate vom rothen Lichte gleich stark erregt werden, und die desshalb in ihrer gleichzeitigen Erregung die Empfindung Weiss geben.

Da nach den Angaben der meisten Beobachter und, so viel ich weiss, aller Beobachter, welche die peripherische Rothblindheit bestätigt haben, die Grünempfindung und namentlich die Blauempfindung weiter gegen die Peripherie hin verfolgt werden kann, so schliesst die erwähnte Vorstellung den weiteren Satz in sich, dass die grünempfindenden und die blauempfindenden

Elemente auch weiter gegen die Peripherie hin reichen. Dann aber entsteht die Frage: Warum erscheint dann Weiss, beziehungsweise Grau, wenn man sich der Peripherie nähert, nicht erst blaugrün, dann blau? Ersteres müsste die nothwendige Folge des Ausfallens der Rothempfindung sein, letzteres dadurch entstehen, dass auch die Grünempfindung schwächer geworden.

Schon vor Jahren hat A. Fick hierauf aufmerksam gemacht. (Zur Theorie der Farbenblindheit. Würzburger Verhandlungen, Bd. II, S. 129 bis 133.)

Es ist mir nie gelungen, eine weisse oder graue Fläche irgendwie farbig zu sehen. Ich habe zu den Versuchen verschiedene Arten von weissem und grauem Papier benutzt, ausserdem aber auch Drehscheiben, auf denen mittelst schwarzer und weisser Sectoren neutrales Grau erzeugt wurde.

Diese Thatsache nun erlaubt mir nicht mehr für den von mir untersuchten Theil meiner Netzhäute ein schrittweises Verschwinden der rothempfindenden, der grünempfindenden und der violett blauempfindenden Elemente anzunehmen.

Bei einem Farbenblinden, der überhaupt keine Farben unterscheidet, kann ich im Zweifel sein, ob die Endapparate für alle drei Grundfarben gegen verschiedene Wellenlängen gleich erregbar sind, oder ob er nur für eine Farbenempfindung Centralapparate hat. Dieser Zweifel kann mir aber nicht kommen für einen Theil meiner eigenen Netzhaut, da ich weiss, dass ich aller der drei Grundempfindungen fähig bin, und mir meine Wahrnehmungen im *Centrum retinae* zur Controle derjenigen Empfindungen dienen, die mir von den Seitentheilen zukommen.

Um den Gang unserer Betrachtungen zu vereinfachen, stellen wir uns zunächst vor, wir hätten es nur mit Elementen zu thun, deren Centralgebilde ebenso wie die mit dem *Centrum retinae* correspondirenden entweder Roth empfinden, oder Grün oder Violettblau. Wir wollen von solchen, die etwa irgend eine andere Farbe oder Weiss empfänden, vorläufig ganz absehen.

Da fesselt unsere Aufmerksamkeit zunächst eine Analogie, auf die schon früher aufmerksam gemacht worden ist,[1] die

[1] Vergl. Aubert: „Grundzüge der physiologischen Optik.“ Leipzig 1876, p. 546.

Analogie, welche besteht in der Reihenfolge, in der die Farben in der Dämmerung verschwinden und die, in welcher sie beim Vorrücken gegen die Peripherie der Netzhaut verschwinden. Man kann dieselbe in Verbindung bringen mit dem absoluten Minimum der Erregung, welches für jede der drei Grundfarben zum Gehirn gebracht werden muss, um die Empfindung eben dieser Farbe hervorzurufen. Im Halbdunkel würde es der Mangel an objectivem Licht sein, welcher die Erscheinungen hervorruft, auf den Seitentheilen der Netzhaut die geringere Anzahl der Zapfen, der farbenpercipirenden Elemente. Aber diese Erklärung reicht nicht aus. Sie erklärt nicht den auffallenden Unterschied zwischen dem Perceptionsvermögen der Nasenseite und der Schläfenseite der Netzhaut, der bei allen Menschen vorhanden zu sein scheint und der doch bis jetzt trotz speciell darauf gerichteter Untersuchungen keine anatomische Basis gefunden hat.

Dr. Sattler aus Cincinnati, der sich unter Donder's Leitung mit diesem Gegenstande beschäftigt hat, sagt: Mit Rücksicht auf die ungleiche Ausdehnung der Lichtempfindlichkeit auf der nasalen und auf der temporalen Seite der Netzhaut, wurde nach etwaigen Structurunterschieden beider Seiten gesucht. Eine genaue Prüfung vieler Durchschnitts- sowohl, wie Zupfungspräparate von den an die Ora grenzenden Partien der inneren und äusseren Netzhauthälfte lieferten aber ein durchaus negatives Resultat. Auf beiden Seiten zeigten allgemein gleich weit von der Ora entfernte Stellen gleiche Structur.[1]

Es ist nicht wohl anzunehmen, dass sich die Untersuchung bei ihrem speciellen Zwecke bloss auf den äussersten Rand beschränkt habe und nicht auch auf die etwas weiter von der Ora entfernten Partien, in denen Versuche mit farbigen Objecten gerade die sichersten und auffallendsten Resultate geben.

Noch andere anatomische Untersuchungen stehen unserer Erklärung entgegen. Es wird angegeben, dass die Zahl der Zapfen für die Einheit des Areals in einer bestimmten Entfernung von dem *Centrum retinae* beim Menschen constant werde und sie scheint bereits constant zu sein in einer Zone, in der noch

[1] F. C. Donders: Die Grenzen des Gesichtsfeldes in Beziehung zu denen der Netzhaut. Archiv für Ophthalmologie, XXIII. 2.

eine Abnahme des Farbenperceptionsvermögens stattfindet, wenn man vom Centrum gegen die Peripherie fortschreitet. Es ist zweifelhaft, ob sich diese weitere Abnahme lediglich aus der Abnahme der objectiven Helligkeit der Netzhautbilder erklären lässt.

Wenn auch diese anatomischen Schwierigkeiten nicht vorhanden wären, so würde uns schon eine Thatsache zwingen, nicht bloss nach numerischen, sondern nach qualitativen Unterschieden zu forschen. Die Thatsache, dass nicht nur polychromatische, sondern auch monochromatische Farben im indirecten Sehen weiss oder weisslich werden, bei einer Lichtstärke, bei der sie es im directen Sehen noch durchaus nicht sind, bei einer Lichtstärke, die sie im directen Sehen noch bedeutend überschreiten können, ehe eine fühlbare Abnahme der Sättigung eintritt.

Der Grund hiefür muss in der Natur der peripherischen Gebilde gesucht werden; ihre Erregbarkeit für verschiedene Wellenlängen ist nicht in dem Grade unterschieden, wie dies im *Centrum retinae* der Fall ist. Dies ist unter der von uns gemachten Voraussetzung, dass wir es überall mit denselben drei Arten von Centralgebilden zu thun haben im Sinne der Young-Helmholtz'schen Theorie der einfache Ausdruck der Thatsachen.

Die besagten Annahmen können zu keiner anderen Erklärung führen als zu derjenigen, welche A. Fick schon vor fünf Jahren gegeben und durch Diagramme erläutert hat. (Zur Theorie der Farbenblindheit. Würzburger Verhandlungen, Bd. II, S. 129 bis 133.)

Sehen wir, wie weit wir mit dieser Erklärung kommen und was sich ihr etwa noch hinzufügen lässt.

Zunächst ist sie in guter Übereinstimmung mit der Thatsache, dass sich neutrales Grau im indirecten Sehen nicht ändert, einer Thatsache, mit der wir früher bei der Annahme vom absatzweisen Verschwinden der Grundfarben und endlich mit Übrigbleiben von weissempfindenden Elementen in so grellen Conflict geriethen. Aber wie sollen wir uns die scheinbare Rothblindheit erklären, die so vielen Beobachtern so auffallend gewesen ist? Ich kann hier nur von ihr sprechen, so weit ich sie an mir selber beobachtet habe, ohne desshalb behaupten zu wollen, dass sie

nicht bei dem Einen oder bei dem Anderen in höherem Grade vorhanden ist.

Es ergibt sich aus dem früher Gesagten, dass ich von einer Rothblindheit nur in dem Sinne zu reden habe, dass keine eigentliche Rothempfindung mehr zu Stande kommt. Dass bei geringer Lichtstärke der Übergang durch dunkel Rothbraun in Schwarz erfolgt, bei grosser Lichtstärke durch weniger oder mehr, aber nie sehr stark gesättigtes Orange und Gelb in Weiss, beziehungsweise Gelblichweiss.

Wenn ich das Gesammtspectrum im indirecten Sehen betrachte, so kann ich nicht umhin eine Ähnlichkeit zu finden zwischen ihm und dem Spectrum, welches man erhält, wenn man einen verhältnissmässig breiten weissen Streifen auf schwarzem Grunde durch ein Prisma von kleinem brechenden Winkel betrachtet. Auch hier fängt das Spectrum mit einer dunkeln röthlichbräunlichen Farbe an und geht dann durch Orange und Gelb in Weiss über, während es am anderen von Weiss in Blau übergeht und mit Blau schliesst. Auch hier ist wegen der unvollkommenen Trennung der Farben die letzte Farbe nicht Violett, sondern Blau, ebenso wie ich es auch im indirecten Sehen beobachte. Mangelhafte Trennung findet in beiden Fällen statt, in dem einen ist sie eine physikalische, in dem andern eine physiologische.

Hiermit haben wir zugleich einen Fingerzeig für das Verhalten des Roth überhaupt. Da die mangelhafte Trennung eine physiologische ist, so muss sie sich auch am monochromatischen, von allen übrigen Farben getrennten Roth, wie wir es mittelst Fuchsinlösung und Kobaltgläsern hergestellt haben, noch zeigen.

Dass der Übergang in Gelblichweiss schon erfolgt bei einer Helligkeit, bei der im directen Sehen noch tiefes, feuriges Roth erscheint, hängt damit zusammen, dass im indirecten Sehen das Plus an Erregbarkeit der rothempfindenden Elemente für die langwelligsten Strahlen des Sonnenlichtes sehr viel geringer ist als im *Centrum retinae*, und dass desshalb viel früher Ausgleichung eintritt.

Wie geht es zu, dass eigentlich rothe, mit Karmin, nicht mit Zinnober oder Mennige gefärbte Papiere, namentlich wenn man

ihnen durch Firnissen das oberflächlich reflectirte Licht nimmt, im indirecten Sehen so auffällig dunkeln?

Ich muss zunächst bemerken, dass dieses Dunkeln für mich erst bei einer bestimmten Grenze anfängt und dass diese Grenze nicht mit der der Farbenwandlung zusammenfällt. Wenn ich mit einem gewöhnlichen nicht glänzenden Karminpapier bei kräftiger diffuser Tagesbeleuchtung von der Peripherie aus vorrücke, so erscheint es mir anfangs dunkel, bräunlich, dann aber wird es ziemlich plötzlich hell und deutlich orangefarben. Es erscheint mir in dieser Stellung sogar heller, als wenn ich soweit ins directe Sehen vorgerückt bin, dass ich es roth sehe. Noch etwas anders gestaltet sich das Resultat, wenn ich das rothe Papier auf schwarzen Grund lege. Dann erscheint es zwar anfangs auch dunkel, aber doch deutlich heller als der Grund, chokoladenfarben; dann aber wird es beim Vorrücken orangegelb und erreicht in dieser Farbe für mich entschieden seine grösste Helligkeit, die dann im directen Sehen wieder etwas abnimmt. Dieser Schein grösserer Helligkeit kann verschiedene Gründe haben. Er kann erstens daher rühren, dass in dieser Region, wie dies aus dem Vorhergehenden ohne Weiteres folgt, eine stärkere Miterregung der grünempfindenden Elemente stattfindet. Es ist aber auch möglich, dass die Natur der gesehenen Farbe als solche einen Einfluss auf unser Urtheil hat. Wir sind immer sehr unsicher, wenn wir verschiedene Farben in Rücksicht auf ihre Helligkeit mit einander vergleichen, und ich werde erst in einer späteren Abhandlung Gelegenheit haben zu erörtern, inwiefern es eine heterochrome Photometrie gibt und in welche Grenzen ihre Berechtigung eingeschlossen ist.

Endlich muss ich bemerken, dass es sehr schwer ist Helligkeiten und Helligkeitsunterschiede im indirecten Sehen mit solchen im directen Sehen zu vergleichen, auch abgesehen von den Veränderungen, welche die Farben erleiden. Da Helligkeitsempfindungen von der Intensität, wie sie das *Centrum retinae* und seine nächste Umgebung bietet, von den peripherischen Partien der Netzhaut gar nicht erzeugt werden, so ist die ganze Scala abgekürzt und wird schneller durchlaufen. Die nothwendige Folge davon ist, dass Zwischenstufen wegfallen, die im directen Sehen noch deutlich unterschieden werden. Die Mitteltöne

schwinden und Licht und Schatten stellen sich schroffer neben einander. Wenn ich die Lichtflamme durch Fuchsinlösung zwischen Kobaltgläsern betrachte, so sehe ich sie roth, umgeben von einem weniger hellen rothen Hofe. Wenn ich gegen die Peripherie fortschreitend eine gewisse Grenze überschritten habe, so ist jede Spur des rothen Scheines verschwunden und ich sehe nur noch eine gelblichweisse Flamme auf sehr dunklem Grunde.

Aber auch auf jenem Theile der Netzhaut, auf dem das Karminpapier relativ dunkel erscheint, habe ich an ihm mit Rücksicht auf den Grad des Dunkelns nichts beobachten können, was man an ihm nicht in der Dämmerung auch im directen Sehen wahrnehmen könnte. Mit anderen Worten, es ist mir bei genauerer Untersuchung, und wenn ich zur Vergleichung Versuche herbeizog, die mit directem Sehen in der Dämmerung oder bei künstlich abgeschwächter Beleuchtung gemacht wurden, das Dunkeln des Roth im Vergleiche zu anderen Farben im indirecten Sehen nicht auffallender erschienen als bei Abschwächung des objectiven Lichtes.

Ich habe zum Zwecke der Beobachtungen Karminpapier an verschiedene andersfarbige Papiere gelegt, von denen es im directen Sehen in seiner Helligkeit nicht zu sehr verschieden schien, und die Combination dann von der Peripherie her so ins indirecte Sehen gebracht, dass die freien Ränder beider in gleicher senkrechter Linie lagen und im gleichen Schritt im Sehfelde vorrückten.

Ich glaube nach den erhaltenen Resultaten die Rothblindheit bei der von mir untersuchten Partie meiner Netzhaut auf das bisher Erörterte einschränken zu müssen und finde, dass sich auch in dieser Richtung die Thatsachen nach dem Fick'schen Principe erklären lassen. Auch ein auf diesem Gebiete so erfahrener Beobachter wie Aubert gibt die Rothblindheit der Peripherie der Netzhaut nicht in dem Sinne zu, welchen ihr Einige beilegen. (Vergl. dessen Grundzüge der physiologischen Optik, S. 545 und 546.)

Wie geht es zu, dass das brechbare Ende des Spectrums sich anscheinend so verschieden verhält von dem minder brechbaren?

Zunächst muss ich wiederholen, dass die letzte Farbe, die ich beim Vorrücken gegen die Peripherie der Netzhaut noch an dem

brechbareren Ende sehe, nicht Violett oder Violettblau ist, sondern eigentliches Blau, so dass auch hier die Trennung der Farben eine unvollkommene und in dieser Beziehung die Analogie mit dem minder brechbaren Ende des Spectrums hergestellt ist.

Dass es sich hier wirklich um eine unvollkommene physiologische Trennung der Farben handelt und nicht etwa darum, dass das Spectrum mit Blau schliesst, weil man den brechbareren Theil nicht wahrnimmt, davon habe ich mich überzeugt.

Ich isolirte im Sehfelde meines grösseren Spectroskops Violettblau und untersuchte dieses im indirecten Sehen; seine Farbe ging deutlich in Blau über.

Um mir die Farben des brechbareren Endes des Spectrums unter einander gemischt aber von den übrigen getrennt und in grösserer Lichtintensität zu verschaffen, schloss ich eine Kupfervitriollösung zwischen zwei Kobaltgläsern ein. Das Roth, welches die Kobaltgläser durchliessen, wurde vollständig absorbirt vom Kupfervitriol, das Grün hinwieder ward zwar nicht ganz vollständig, aber doch bis auf einen schwachen Rest absorbirt von den Kobaltgläsern, so dass mit einiger Leuchtkraft nur die brechbareren Farben etwa von der Linie *F* an erhalten waren. Durch diese Combination betrachtete ich die Flamme einer Stearinkerze unter denselben Bedingungen, unter denen ich früher eine solche durch die zwischen Kobaltgläsern eingeschlossene Fuchsinlösung betrachtet hatte. Die Flamme wurde zwar weisslich, behielt aber doch, soweit ich sie verfolgen konnte, einen Stich ins Blaue. Man wird sich erinnern, dass unter analogen Umständen das reine Roth auch nicht ganz weiss, sondern gelblichweiss erschien.

Ich habe vorhin gesagt, dass beim lichtstarken Spectrum der ganze mittlere Theil im indirecten Sehen weiss erschien, während das brechbare Ende blau war und das minder brechbare durch einen gelblichen Ton in Orange und Braun überging. Bei mässiger Abnahme der Lichtstärke nun breiteten sich einerseits Blau, andererseits Blassgelb auf Kosten des farblosen Zwischenstückes aus und es musste dann das Bild des Spectrums erst wieder weiter gegen die Peripherie gerückt werden, um dieses Zwischenstück wieder in grösserer Ausdehnung zu entfärben. Es musste also zwischen den Farben, welche durch einen

gelblichen Ton in Weiss übergehen, und denen, welche durch einen bläulichen Ton in Weiss übergehen eine Farbe liegen, welche ihren Ton gar nicht ändert, sondern bloss weisslich wird. Ich habe gesucht, den Ort dieser Farbe im Spectrum zu bestimmen. Den Raum zwischen *D* und *E* habe ich in meinem grösseren Spectroskop noch in seiner ganzen Ausdehnung gelblich werden gesehen, wenn auch der gelbliche Ton bei *E* nur schwach sichtbar war. Die Linie *F* habe ich im indirecten Sehen noch sehr deutlich im Blau liegen sehen, und ich konnte den blauen Ton noch ein gutes Stück rothwärts verfolgen, dann aber erstreckte sich bis *E* hin ein Stück des Spectrums, über das ich keine bestimmte Aussage mehr zu machen wage. Nehme ich die Mitte dieses Stückes als wahrscheinlichen Ort unserer Farbe und trage dabei der mit der Brechbarkeit wachsenden Zerstreuung Rechnung, so fällt derselbe nahe zusammen mit demjenigen Grün, welches bei mir im directen Sehen die rothempfindenden und die violettblauempfindenden Elemente gleich stark erregt;[1] vielleicht liegt er um ein Geringes mehr blauwärts.

Von der Erregbarkeitscurve der grünempfindenden Elemente, die Schwingungszeiten als Abscisse genommen, muss sowohl die Erregbarkeitscurve der rothempfindenden als auch die der violettblauempfindenden Elemente abweichen, aber beide weniger als im directen Sehen. Andererseits muss aber selbst an der äussersten Grenze der percipirenden Netzhaut keine volle Congruenz aller drei Curven bestehen, da auch hier das monochromatische Roth noch gelblichweiss und die Farben des brechbareren Endes des Spectrums noch bläulichweiss empfunden werden.

Ich habe schon oben aufmerksam gemacht auf die Schnelligkeit, mit der im indirecten Sehen die Scala durchlaufen wird vom Farbigen nach abwärts zum Schwachsichtbaren, Dunkeln, und nach aufwärts zum Weisslichen oder Weissen.

Auch im directen Sehen haben wir diese Scala, indem einerseits die chromatische Erregung für das Erkennen zu schwach werden kann (vergl. S. 56), andererseits so stark, dass eben dadurch, indem alle drei Arten von Elementen bis nahe zum Maximum erregt werden, der chromatische Effect abgeschwächt,

---

[1] Vergl. diese Berichte, Bd. LXXXVII., Abth. 3., S. 63.

verwischt wird. Aber für das directe Sehen liegen die physikalischen Intensitäten, die zu den beiden Extremen führen, viel weiter auseinander, als für das indirecte.

Im indirecten Sehen kann ein Gegenstand schwärzlich, farbig und weiss oder weisslich erscheinen bei objectiven Helligkeiten, die für das directe Sehen seine Localfarbe nur in verschiedener Lichtstärke aber sonst ungeändert gezeigt hätten.

Das rasche Weisslichwerden erscheint, wie wir gesehen haben, als nothwendige Folge der geringeren Verschiedenheit der Erregbarkeitscurven der drei Arten von Endapparaten. Das rasche Dunkeln erklärt sich zum Theil aus der physikalischen Lichtschwäche der Bilder auf den Seitentheilen der Netzhaut, wie ich glaube aber nur zum Theil. Es tritt schon ein auf Theilen der Netzhaut, auf denen sich die objective Lichtschwäche des Bildes kaum schon so stark fühlbar machen kann. Es liegt nahe hier daran zu denken, dass die im Areal geringere Anzahl von percipirenden Elementen, die geringere Anzahl von Zapfen, hier einen Einfluss übe.

Wir haben früher gesehen, dass nach den bisherigen Untersuchungen die Zapfen in symmetrisch liegenden Regionen der Nasenseite und der Schläfenseite der Netzhaut gleich dicht stehen, während die Erfahrung lehrt, dass das Farbenunterscheidungsvermögen auf der Schläfenseite geringer ist, dass hier die Erregbarkeitscurven für die drei Grundfarben weniger von einander abweichen als auf der Nasenseite. Gleiche Abnahme der Dichtigkeit der Zapfenstellung kann desshalb auf der Schläfenseite sich möglicher Weise für das raschere Durchlaufen der Scala nicht nur nach oben, sondern auch nach unten mehr fühlbar machen als auf der Nasenseite.

Bei dem Schwärzlichwerden muss übrigens noch ein Punkt in Betracht gezogen werden. Wirklich schwarz wird im indirecten Sehen nur ein Gegenstand, der sich auf hellerem Grunde absetzt. Ein Gegenstand, der sich auf dunklerem Grunde absetzt, kann immer nur farbig oder grau, beziehungsweise weiss erscheinen. Dieselben farbigen Gegenstände also, die auf hellem Grund im indirecten Sehen schwarz erscheinen, erscheinen auf dunklem grau oder mehr oder weniger farbig, chokoladenfarben, olivenfarben, blaugrau u. s. w.

Natürlich werden auch hellere farbige Objecte auf dunklem Grunde früher weisslich, als auf hellem, und Objecte, die sich auf einem Grunde absetzten, der heller war als sie selbst, habe ich niemals weiss gesehen.

Dass dies geschehen würde, war auch nach allen Erfahrungen, die wir über die Wirkung des Helligkeitscontrastes auf die Farbenempfindung haben, nicht zu erwarten.

Es liegt mir noch ob von den Versuchen mit farbigen Papieren zu sprechen, welche ich oben Seite 29 f. f. beschrieben habe.

Die Versuche mit den rothen Papieren werden kaum einer weiteren Erklärung bedürfen, ebensowenig der mit dem apfelgrünen. Aber es kann gefragt werden, wie es sich denn mit der Fick'schen Hypothese vertrage, dass das violette Papier im indirecten Sehen blau wurde und die Farbe des blauen sich gegen Violett verschob?

Ich bitte den Leser, dabei zunächst festzuhalten, dass auch hier in beiden Fällen die Sättigung abnahm, dass also der chromatische Rest in beiden Fällen absolut und relativ kleiner war als für das directe Sehen.

Ich brauche weiter nicht daran zu erinnern, wie sehr sich die Farben auch für das directe Sehen bei künstlicher Beleuchtung verändern. Es ist bekannt, dass von zwei blauen Pigmentfarben, die bei Tage gleich oder nahezu gleich erscheinen, bei Lampenlicht die eine wasserblau, selbst grünlich, die andere violettblau oder lilafarben aussehen kann. Es rührt dies bekanntlich daher, dass die verschiedenen Wellenlängen im Lampenlichte mit anderen relativen Intensitäten vertreten sind als im Tageslichte und desshalb die von den verschiedenen Pigmentfarben zurückgegebenen Lichtgemische eine andere Zusammensetzung haben als bei Tage, und der chromatische Rest so oder so ausfällt, je nach der grösseren oder geringeren Absorption, welche die verschiedenen Farben erlitten haben. Wie nun eine solche Farbenwandlung eintreten kann dadurch, dass sich die Zusammensetzung des einfallenden und damit auch die des zurückgegebenen Lichtes ändert, so kann andererseits bei gleichbleibender Zusammensetzung des objectiven Lichtes eine Farbenwandlung dadurch hervorgerufen werden, dass sich die Wirksamkeit der einzelnen Componenten, der einzelnen monochromatischen Farben

ändert, wie dies beim Übergange aus dem directen ins indirecte Sehen thatsächlich der Fall ist.

Es ist hierbei natürlich nicht möglich im Vorhinein zu bestimmen, wie der neue chromatische Rest aussehen muss, mit anderen Worten, welchen Farbenton das Object im indirecten Sehen haben wird, auch dann nicht, wenn man das Spectrum der Farbe für das directe Sehen kennt. Sind wir doch vielfältig nicht einmal im Stande aus dem Spectrum eines Farbengemisches den Ton der Mischfarbe für das directe Sehen mit einiger Sicherheit abzuleiten.

Dass wir es aber hier mit Erscheinungen dieser Art zu thun haben, dafür ist der Beweis darin gegeben, dass gemischte Farben, die fürs directe Sehen denselben Ton zeigen, dies nicht auch im indirecten Sehen thun. Ein blaues Papier und ein Kobaltglas, die derselben Schattirug angehörten, verhielten sich, wie ich schon oben (Seite 32) erwähnt habe, wesentlich verschieden.

Wir haben in dem Bisherigen die Voraussetzung gemacht, dass der Mensch auch auf den Seitentheilen seiner Netzhaut nur mit den Zapfen sehe, und es hat sich uns keinerlei Nothwendigkeit gezeigt, auch die Stäbchen als Endapparate anzusehen, von denen aus bewusste Lichtempfindung erregt wird. Der positive Beweis, dass letzteres nicht der Fall sei, lässt sich andererseits nicht führen, wohl aber können wir aussagen, dass in solchem Falle die Stäbchen gruppenweise zusammenwirken müssten, nicht von jedem einzelnen ein Localzeichen ausgehe (vergl. S. 27).

Sollen wir als Grund für das Stäbchensehen die Betrachtung in die Wagschale werfen, es sei doch sehr unwahrscheinlich, dass die so zahlreichen und so constant vorkommenden Stäbchen gar keine Verwendung für das Sehen finden sollten? Wir würden uns hiermit auf den Weg einer teleologischen Schlussfolge begeben, die bei unseren jetzigen Kenntnissen und Erfahrungen sicher nicht mehr berechtigt ist. Wir dürfen die einzelnen Theile des Organismus nicht beurtheilen wie die Bestandtheile einer von Menschenhänden gebauten Maschine, an der Alles vermieden wird, was ihrer Thätigkeit nicht in bestimmter Weise dient, weil es nutzlos ist und Material, Zeit und Mühe kostet.

Wir wissen nicht einmal ob die Stäbchen der Menschennetzhaut und ihre Analogen bei Thieren mit Nervenfasern in

leitender Verbindung stehen. Sollte dies nicht der Fall sein, so würden wir für das Sehen nur ihre mehrfach discutirte Wirkung als katoptrischen Apparat ins Auge zu fassen haben. Sollte es der Fall sein, so brauchten sie desshalb noch nicht dem Sehen zu dienen in dem Sinne, wie es die Zapfen thun; sie brauchten keine bewussten Gesichtsempfindungen zu vermitteln; sie könnten möglicher Weise zusammenhängen mit Centralgebilden, deren Thätigkeit nicht unmittelbar ins Bewusstsein übergeht.

Es ist Jedermann bekannt, dass wir bei geschlossenen Augen oder im Finstern mehr zum Schlafen geneigt sind, als mit offenen Augen und im Hellen. Man kann diese grössere Neigung zum Schlafe lediglich davon ableiten, dass die bewussten Gesichtseindrücke wegfallen, mit anderen Worten man kann die vom Auge kommenden nervösen Verbindungen zu den Centraltheilen, welche sich beim Einschlafen verändern, sich lediglich an die Licht und Farbe empfindenden Centraltheile anknüpfen lassen; man kann aber auch nervöse Verbindungen annehmen, welche zu Centraltheilen hingehen, deren Erregung von uns nicht mit der Empfindung des Leuchtenden empfunden wird, mit deren jeweiligem Zustande aber unsere Disposition für Schlaf und Wachen zusammenhängt. Diese Bahnen könnten an ihrem peripheren Ende mit den Stäbchen verbunden sein.

Wir wissen mit völliger Bestimmtheit, dass das Licht in den Stäbchen Veränderungen und zwar chemische Veränderungen hervorbringt, weil das Resultat des chemischen Processes wenigstens theilweise in der Bleichung des sogenannten Sehroths zur Anschauung kommt. Das Hypothetische liegt also nicht in der Annahme, dass die Stäbchen vom Lichte verändert werden, sondern nur in der Annahme, dass dadurch secundäre Veränderungen im Centralorgane entstehen, welche dasselbe für das Wachen disponiren.

Dieser letzteren Annahme ist die von Max Schulze gemachte Beobachtung, dass die Eulen relativ mehr Stäbchen und weniger Zapfen haben als die Tagvögel anscheinend ungünstig. Aber wir müssen uns immer vorhalten, dass wir bei Thieren unser Urtheil, ob Stäbchen, ob Zapfen, nur nach dem äusseren Ansehen abgeben, dass wir allein beim Menschen, dessen Sehen wir aus eigener Erfahrung kennen, ein sicheres Kriterium dadurch haben, dass

wir zwei streng von einander geschiedene Formen vor uns sehen, von denen gerade in dem Theile der Netzhaut, mit dem wir in jeder Hinsicht am besten sehen, nur eine vorkommt.

Wir haben auch noch an andere Dinge zu denken.

Es sind von Pouchet gewisse reflectorische Erscheinungen in der Haut von Schollen, von Plattfischen, beobachtet worden, welche von den Augen aus ausgelöst wurden. Thiere, welche geblendet waren, wurden dunkler. Wir wissen schon aus früheren Untersuchungen an Fröschen und Chamäleonen, dass solches Dunklerwerden auf der räumlichen Ausbreitung von Pigmentzellen beruht. Sie schieben hier die pigmentirten Fortsätze aus und verdunkeln dadurch eine grössere Area. Bei den Chamäleonen wird gerade dieser letztere Zustand, der sich bei Anwendung anderer Reize als der passive erweist, vom Lichte hervorgerufen. Bei den Schollen muss man dagegen nach den Beobachtungen von Pouchet annehmen, dass das Licht vom Auge aus reflectorisch den umgekehrten Zustand hervorruft, den Zustand, bei welchem die Fortsätze eingezogen sind, also die Gesammtfarbe heller ist.

So erklärt sich das Dunklerwerden nach vollzogener Blendung. Man kann allerdings auch diesen Reflex von der Erregung der Zapfen ableiten, aber es steht andererseits auch nichts dem entgegen, die Stäbchen, vorausgesetzt, dass sie überhaupt nervöse Verbindungen mit dem Centralorgane haben, als ersten Angriffspunkt für denselben anzusehen.

Es ist ferner aus Versuchen an geblendeten und nicht geblendeten Thieren auf einen gewissen Einfluss geschlossen worden, den das Augenlicht auf den allgemeinen Stoffwechsel ausüben soll. Man muss hier sicher vorsichtig sein, da man weiss, dass bei zahlreichen Blinden Ernährung und Stoffwechsel ganz so von Statten gehen wie bei Sehenden, andererseits kann dies durch Accommodation erklärt werden und kann in der That die Blendung einen vorübergehenden Einfluss auf den Stoffwechsel ausüben. Sollte sich ein solcher als Regel und unabhängig von Verwundung, Entzündung, Ruhe und Bewegung etc. herausstellen, so würde man nicht nothwendig lediglich den Ausfall der Erregung der Zapfen als Ursache ansehen müssen, auch der Ausfall der Erregung der Stäbchen könnte dabei in Betracht

kommen. Natürlich muss hierbei stets vorausgesetzt werden, dass ihnen nervöse Verbindungen mit dem Centralorgane zukommen.

Nur von einer Reflexwirkung kann mit Bestimmtheit ausgesagt werden, dass sie entweder ausschliesslich oder doch ganz vorzugsweise von den Zapfen aus vermittelt wird. Es ist dies der Reflex auf die Blendung.

Man stelle im dunkeln Zimmer eine grosse Pappscheibe auf, die in der Mitte ein Loch hat, um welches Fixationsmiren in Abständen von 5 zu 5 Ctm. radial angeordnet sind. Hinter das centrale Loch stelle man ein Licht und lasse dann abwechselnd eine Fixationsmire und dann das centrale Loch fixiren. Man wird jedesmal bemerken, dass in letzterem Falle die Pupille sich so stark verengert, dass dies unmöglich von der etwas grösseren Lichtmenge abgeleitet werden kann, welche jetzt auf die Netzhaut als Ganzes fällt. Es ist auch den Augenärzten bekannt, dass sich die Pupille plötzlich stark verengt, wenn sie bei nicht atropinisirten Augen das *Centrum retinae* mittelst des Augenspiegels in Sicht bringen und beleuchten. Dieses Verhalten der Pupille kann, wenn man helle Gegenstände auf dunklem Grunde betrachtet, mit dazu beitragen, dass diese Gegenstände, wie es mehrfach beobachtet wurde, im mässig indirecten Sehen heller erscheinen als im ganz directen.

Aus dem Bisherigen geht hervor, dass uns auch der Weg der teleologischen Betrachtung nicht mit Nothwendigkeit dazu führt, die Stäbchen als der bewussten Lichtempfindung dienend zu betrachten.

Wenn wir bei den Zapfen wesentlich das sogenannte Innenglied als ersten Angriffspunkt für die Lichtwirkung ansehen, so geschieht dies in der Idee, dass das Aussenglied mit den Stäbchen dem katoptrischen Isolationsapparate angehöre, während das Innenglied sich in seinem Verhalten gegen Färbungsmittel mehr denjenigen Gebilden ähnlich verhält, die wir mit Bestimmtheit als nervöse kennen. Eine zwingende Nothwendigkeit ist aber im Grunde nicht vorhanden, da nicht mit Bestimmtheit behauptet werden kann, dass das Aussenglied bei seinem abweichenden Verhalten gegen Färbungsmittel unmöglich den nervösen Elementen beigezählt werden und somit auch nicht der Lichtperception als solcher dienen könne.

II.

Wenn wir uns Rechenschaft zu geben suchen über die Art der Veränderung, welche das Licht in den Endapparaten hervorbringt, so sind wir hier fast ebenso rathlos wie in Rücksicht auf die Veränderung der Centralapparate, welche wir Erregung nennen. Eins aber muss unsere Aufmerksamkeit zunächst fesseln, der Umstand, dass sehr verschiedene Einwirkungen auf die Endapparate uns die Empfindung des Leuchtenden hervorrufen können, dass also irgendwo im Verlaufe der Kette entweder in den Endapparaten oder in den Nervenbahnen oder in den Centralapparaten eine Einrichtung vorhanden sein muss, vermöge welcher aus ursprünglich verschiedenen Ursachen analoge Wirkungen hervorgehen.

Die Wirkungen des Druckes lassen es ferner zweifelhaft erscheinen, ob die ersten Wirkungen in den Endapparaten chemischer Natur sind, wenn dies auch bei unserer Ungewissheit und Unsicherheit in diesen Dingen keinesweges definitiv in Abrede gestellt werden kann.

Wir sehen bekanntlich schon bei mässigem Druck, den wir mittelst einer Sonde oder eines Stecknadelknopfes hervorrufen, sowohl bei offenen als bei geschlossenen Augen eine dunkle Scheibe. Diese Scheibe ist rund, was zunächst beweist, dass wir es mit der Wirkung auf musivisch angeordnete Endapparate zu thun haben, denn rührte sie von Druck auf die Sehnervenfasern in ihrem Verlaufe her, so würde sie unregelmässig, büschel- oder flammenförmig sein.

Wir haben also nur die Wahl zwischen der Annahme, dass durch den Druck die Zapfen selbst erregt werden oder die Endstücke der Sehnervenfasern, durch welche diese mit den Zapfen zusammenhängen, und welche noch radial, nicht tangential, gegen den Bulbus gerichtet sind. Ich halte es vorläufig nicht für möglich zwischen beiden Annahmen zu entscheiden, will also, wenn ich im Folgenden von der Wirkung des Druckes auf die Endapparate spreche, unter diesen nicht nur die Zapfen, sondern auch die letzten Nervenenden verstehen.

Die dunkle Scheibe zeigt, dass bei Compression der Endapparate die Centraltheile, mit denen sie in Verbindung sind, in

BOSTON MEDICAL
NOV 15 1955
LIBRARY

denselben Zustand gerathen, in den sie auch gerathen, wenn das Licht von den Endapparaten abgehalten wird. Die Erregbarkeit der Zapfen für das Licht oder die Fortleitung ihrer Erregung über die ersten Anfänge der Sehnervenfasern hinaus ist also durch den Druck temporär vernichtet oder doch sehr beschränkt worden.

Bei geschlossenen Augen sehen wir bekanntlich die dunkle Scheibe begrenzt durch einen hellen Kreis, dessen Farbe mir gelblich erscheint. Dieser helle Kreis rührt offenbar von einem Erregungszustande in den bezüglichen Endapparaten, beziehungsweise den letzten mit diesen direct verbundenen Nervenenden her, nicht von blosser Contrastwirkung, d. h. von einer Veränderung in Centralapparaten, die davon herrührte, dass die Erregung einer Gruppe von Centralapparaten in Folge des Druckes ausfällt. Erstens ist der Ring für eine blosse Contrasterscheinung gegenüber der kleinen dunklen Scheibe zu hell, zu leuchtend, und zweitens kann man bei geschlossenen Augen auch durch vorsichtiges Tupfen am Augapfel eine Lichterscheinung ohne Schattenerscheinung hervorrufen.

Nun kennen wir in der unbelebten Natur zwar chemische Wirkungen, welche direct durch Licht hervorgebracht werden, aber keine solche, welche durch einen schwachen Druck hervorgebracht würden, nur solche, welche durch plötzlich auftretenden starken Druck bedingt werden, indem local Wärme entwickelt wird, explosive Gemische verpuffen u. s. w.

Wenn wir annehmen, dass der leise Druck die Lichtfigur bedingt, indem er in den Nervenenden direct eine Veränderung hervorruft analog der, welche auch entsteht, wenn die Zapfen durch Licht erregt werden, so ist kein Grund vorhanden die Veränderung der Zapfen durch das Licht nicht als eine chemische anzusehen.

Wenn wir aber annehmen, dass durch den Druck zunächst die Zapfen selbst angegriffen und ferner, dass dadurch in ihnen chemische Vorgänge hervorgerufen werden, so liegt darin eine gewisse physikalisch-chemische Schwierigkeit und wir entfernen uns unter dieser Voraussetzung wohl am wenigsten von der Wahrscheinlichkeit, wenn wir annehmen, dass durch leichten Druck eine organische Thätigkeit angeregt werde, welche nun

ihrerseits mit Zerfall, beziehungsweise mit Aufbau von chemischen Verbindungen einhergeht. Man kann dies auch anders ausdrücken. Man kann sagen: Es ist in hohem Grade unwahrscheinlich, dass der leichte Druck als solcher genügt, um die etwa hier vorgehenden chemischen Processe ohne Weiteres einzuleiten. Wir müssen, wenn wir solche annehmen, einen Apparat voraussetzen, in welchem eben diese chemischen Processe mit besonderer Leichtigkeit eingeleitet werden und auch durch Ursachen eingeleitet werden können, welche wirkungslos sein würden, wenn ihnen nur die chemischen Verbindungen als solche gegenüberständen.

Die Erfolge der elektrischen Reizung scheinen auf den ersten Anblick gegen die Young-Helmholtz'sche Hypothese zu sprechen, indem man durch Umkehrung des Stromes Grüngelb in Violett und Violett in Grüngelb umwandeln kann. Es scheint also, als ob von einem und demselben Endapparate aus die Empfindung Gelb und die Empfindung Violett angeregt werden könnte, je nachdem er in der einen oder in der anderen Richtung vom Strome durchflossen wird.

Die Vereinbarkeit mit der Young-Helmholtz'schen Hypothese ist wieder hergestellt, wenn man sich erinnert, dass nach ihr die Endapparate für die verschiedenen Farbenempfindungen mosaikartig zusammengestellt sind, und annimmt, dass in gewissen Regionen bei der einen Stromesrichtung die violettblauempfindenden, bei der anderen die grünempfindenden Endapparate stärker erregt werden. Dieser Ansicht zur Stütze dient die Thatsache, dass man mit dem Umkehren des Stromes nicht nur Violett in Grüngelb und Grüngelb in Violett, sondern auch Licht in Schatten und Schatten in Licht umwandelt.

Es ist übrigens noch nicht an der Zeit, auf diesen Gegenstand näher einzugehen, so lange die ganze elektrische Lichtfigur mit ihren Einzelheiten, ihren Purkinje'schen Rautenbändern u. s. w. uns noch so völlig räthselhaft ist. Wir wissen nicht einmal wie weit bei dieser Art der Reizung die Wirkung des Stromes auf die Endapparate und in wie weit die Wirkung des Stromes auf die Nerven selbst in Betracht kommt. Das Schwierigste und Bedenklichste in unseren Voraussetzungen, die nach Regionen qualitativ verschiedene Erregbarkeit, bleibt uns, so wie

die Purkinje'sche Lichtfigur nun einmal ist, auch nicht erspart, wenn wir den Boden der Young'schen Theorie verlassen und annehmen wollten, dass der Strom je nach seiner Richtung von einer und derselben Bahn aus, verschiedene Farbenempfindungen errege.

Mit in das Gebiet der Discussion über die primäre Veränderung der Endapparate gehört noch folgende Betrachtung.

Die zur Erregung der Endapparate verbrauchten lebendigen Kräfte müssen, wie bereits oben bemerkt wurde, in dem Lichte, das durch sie hindurchgegangen ist, fehlen. Es können in demselben noch andere lebendige Kräfte fehlen, die zwar an die Endapparate übertragen, aber nicht zur Erregung im physiologischen Sinne, sondern auf irgend welche andere Weise verbraucht worden sind; aber die zur Erregung verbrauchten müssen sicher fehlen, denn sie sind sicher verbraucht worden. Wenn also die Endapparate einen beträchtlichen Bruchtheil der lebendigen Kräfte des hindurchgehenden Lichtes absorbirten und dieser unterschiedslos zur Erregung im physiologischen Sinne verbraucht würde, so müssten die Endapparate farbig sein, und zwar müssten sie im durchfallenden Lichte die complementäre Farbe zeigen zu derjenigen, von der sie am stärksten erregt werden, denn von dieser letzteren Farbe wäre ja während des Durchganges des Lichtes am meisten verbraucht worden.

Da uns nun die Zapfen in den Dicken, in welchen wir sie zu beobachten Gelegenheit haben, farblos durchsichtig erscheinen, sowohl in ihrem Innengliede, als in ihrem Aussengliede, so müssen wir schliessen, dass sie entweder überhaupt nur einen so kleinen Bruchtheil des durchgehenden Lichtes absorbiren, dass der Ausfall desselben keinen Einfluss auf die Farbe des durchgehenden Lichtes ausübt, oder dass das absorbirte Licht nicht unterschiedslos zur physiologischen Erregung verbraucht wird, so dass, wenn auch die Summe des gesammten absorbirten Lichtes weiss oder weisslich ist, doch die Summe des zur Erregung verbrauchten Lichtes, wenn wir sie als objectives Licht vor uns hätten, eine bestimmte Farbe haben würde, die Farbe, welche in Folge der Erregung des bezüglichen Endapparates empfunden wird, also Roth, Grün oder Violettblau.

III.

Die Young'sche Hypothese braucht, wie wir gesehen haben, drei Arten von Endapparaten. Sie muss also entweder annehmen, dass die Zapfen zum Theil mit den rothempfindenden, zum Theil mit den grünempfindenden und zum Theil mit den violettblauempfindenden Hirnelementen in Verbindung stehen, oder sie muss annehmen, dass jeder Zapfen oder das Innenglied jedes Zapfens aus drei Theilen besteht, von denen der eine mit einem rothempfindenden, der andere mit einem grünempfindenden und der dritte mit einem violettblauempfindenden Hirnelemente verbunden ist.

Zu dieser letzteren Annahme würden wir gedrängt sein, wenn es sich erweisen sollte, dass unsere Gesichtsschärfe für das örtliche Auseinandersein verschiedener Farben ebenso gross ist, wie für das örtliche Auseinandersein von Hell und Dunkel; denn es ist bekannt, dass die Menge der vorhandenen Zapfen nur eben genügt, um unsere Gesichtsschärfe für das örtliche Auseinandersein von Hell und Dunkel zu erklären. Eine gleich grosse Gesichtsschärfe für das örtliche Auseinandersein verschiedener Farben würde also nicht wohl erklärt werden können, wenn für jede der drei Grundfarben die Zahl der örtlich getrennten Angriffspunkte nur etwa ein Dritttheil von der Gesammtzahl der Zapfen betrüge.

Es ist nun bekannt, dass wir Farben, die wir unter einem kleinen Gesichtswinkel sehen, überhaupt schlecht unterscheiden. Plateau hat dies schon im Jahre 1830 oder früher beobachtet und seitdem sind zahlreiche Versuche über diese Erscheinung angestellt, namentlich von Aubert. Man hat die Grenze des Gesichtswinkels, bei dem die Farbe überhaupt noch erkannt wird, für die verschiedenen Farben bestimmt. Man hat auch die Beleuchtung dabei berücksichtigt, wie dies geschehen musste, weil es bekannt ist, dass bei sehr grossen Lichtintensitäten, wie z. B. denen der farbigen Sterne, Farben auch unter sehr kleinem Gesichtswinkel noch erkannt werden. Aber alle diese Versuche lassen keinen directen Schluss zu für unsere Frage.

Es geht dies am deutlichsten aus Versuchen hervor, die in neuester Zeit von A. Eug. Fick angestellt worden sind. (Pflüger's Archiv. Bd. XVII, S. 152.) Er zeigte bekanntlich, dass die

Farbe noch erkannt wird an einer grösseren Anzahl getrennter gleichfärbiger Objecte, wenn auch jedes einzelne unter so kleinem Gesichtswinkel gesehen wird, dass die Farbe an dem einzelnen nicht mehr erkennbar ist, wenn man die gleichzeitige Beobachtung der übrigen ausschliesst.

Es ist leicht, sich von der Richtigkeit dieser Wahrnehmung zu überzeugen, auch wenn man den Versuch in etwas modificirter Weise anstellt. Er führt zu demselben Resultat. Man schneidet ein farbiges Papier in quadratische Stücke von 1 Ctm. Seite. Man klebt ein solches Stück auf einen schwarzen Grund, man misst die Entfernung in der man die Farbe des Papiers eben noch erkennt. Man klebt mehrere, 8, 10 solcher Stücke in nicht zu grosser Entfernung von einander auf den schwarzen Grund, aber so, dass die Bilder durch deutliche schwarze Zwischenräume völlig von einander getrennt sind. Man misst wiederum die grösste Entfernung, in der man die Farbe des Papiers noch eben erkennt. Man findet sie grösser als vorhin. Man bildet auf dem schwarzen Grunde ein ausgedehntes Schachbrettmuster aus denselben quadratischen Papierstücken und misst nun wiederum die grösste Entfernung, aus welcher man die Farbe des Papiers erkennt. Man findet sie noch grösser. Es unterliegt also keinem Zweifel die einzelnen Eindrücke addiren sich, wenn auch nicht in ihrer ganzen Grösse, in Rücksicht auf das Zumbewusstseinkommen der Farbe.

Es führt uns dies zu der Frage, wovon denn eigentlich die Prägnanz unserer Farbenempfindung in jedem einzelnen Falle abhängt.

Objectiv unterscheiden wir an den Farben ausser der Qualität oder, wie wir uns auch ausdrücken, ausser der Nuance, dem Ton, noch die Helligkeit, die Intensität und die Sättigung. Die Helligkeit wird bemessen durch die Gesammtmenge des Lichtes, die von der Einheit des Areals ausgeht, die Intensität wird bemessen durch die Menge des nicht neutralisirten Lichtes, des Lichtes also, welches an dem Zustandekommen der specifischen Farbe betheiligt ist. Die Sättigung ist, wenn man sie als echten Bruch ausdrücken will, gleich der Menge des nicht neutralisirten Lichtes dividirt durch die Gesammtmenge des Lichtes, also gleich der Intensität dividirt durch die Helligkeit. Wenn gar

kein neutralisirtes Licht vorhanden ist, so sind Zähler und Nenner gleich, die Sättigung ist absolut, nach unserer Bezeichnung gleich 1.

Man kann aus der Young'schen Theorie ohne Weiteres verstehen, wie eine Spectralfarbe, die sehr gesättigt erschien, bei zunehmender Helligkeit weniger gesättigt erscheinen kann. Ein Grün z. B. erschien gesättigt, weil es die grünempfindenden Fasern stark erregte, die rothempfindenden und die violettblauempfindenden nur schwach. Die objective Helligkeit dieses Grün steigert sich, die Steigerung der Erregung in den grünempfindenden Elementen, wird um so schwächer, je mehr die letztere sich dem Maximum nähert, welches sie auch bei noch so grosser objectiver Helligkeit nicht überschreiten kann. In den bis dahin nur schwach erregten rothempfindenden und violettblauempfindenden Elementen wird dagegen mit wachsender objectiver Helligkeit die Erregung noch rasch steigen; das Grün wird weniger gesättigt, es wird weisslich werden. Eine objectiv gesättigte Farbe ist desshalb, wie schon Helmholtz auseinandergesetzt hat, noch keine subjectiv gesättigte.

Weniger leicht aber lässt sich aus der Young'schen Hypothese herleiten, dass eine monochromatische Farbe auch durch Verminderung ihrer Helligkeit an scheinbarer Sättigung verlieren kann, und doch tritt dieser Fall thatsächlich ein. In Rücksicht auf die secundären Farben habe ich ihn bereits in einer früheren Abhandlung[1] ausführlich besprochen, unter den Grundfarben ist es die grüne, an der er am leichtesten und sichersten zu beobachten ist.[2]

Wenn man in einem Spectroskop, welches sämmtliche Farben auf einmal übersehen lässt, die Beleuchtung mehr und mehr abschwächt, so schwinden nicht allein, wie ich früher (l. c.) auseinandergesetzt habe, die secundären Farben, sondern es wird endlich auch das Grün weniger gesättigt als die beiden anderen Grundfarben, namentlich als das Roth.

---

[1] Diese Berichte, Bd. 77, Abth. 3, S. 39.

[2] Vergl. J. v. Kries: Beitrag zur Physiologie der Gesichtsempfindungen. Du Bois-Reymond's Archiv für Physiologie, J. 1878., p. 522 u. 523.

Ja noch mehr, es ist eine ganz allgemeine Erscheinung, bei sehr geringer Lichtstärke erscheinen uns alle Farben weniger gesättigt, es ist dies nur bei den einen auffallender als bei den anderen. Es sind schon von Purkinje, Dove, Helmholtz und Aubert Beobachtungen über das Verhalten der Farben im Halbdunkel mitgetheilt worden, welche dies beweisen. Ausserdem kann man sich leicht davon überzeugen, wenn man lebhaft gefärbte Papierstücke durch Diaphragmen mit immer kleinerer und kleinerer Öffnung ansieht.

Auch die Erfahrungen des gewöhnlichen Lebens legen Zeugniss dafür ab. Die Dämmerung erscheint uns immer grau, und das Mondlicht gibt zu keinen Farbenerscheinungen Veranlassung, welche sich auch nur mit denen einer trüben Tagesbeleuchtung vergleichen liessen, wenn man absieht von gewissen theils durch Brechung, theils durch Interferenz am Firmament erzeugten Erscheinungen, in denen die Intensität des farbigen Lichtes auch objectiv verhältnissmässig gross ist.

Um die Erklärung dieser Erscheinung schrittweise aufzusuchen, wollen wir ausgehen von der Definition, welche wir von der objectiven Sättigung gegeben haben. Wenn die vollständige Sättigung gleich 1 gesetzt wird, so dass also jeder Grad der unvollständigen Sättigung als echter Bruch anzusehen ist, so haben wir

$$S = \frac{F}{F + W}$$

worin S die Sättigung, W die Menge des neutralisirten Lichtes und F die Menge des nicht neutralisirten Lichtes bedeutet.

Nennen wir die subjective Sättigung S_1, die neutralisirte Erregung W_1 und die nicht neutralisirte Erregung F_1. Wir machen dabei keinerlei Voraussetzung über die Abhängigkeit zwischen F_1 und W_1 einerseits und F und W andererseits. Wir betrachten die subjective Sättigung ganz unabhängig von der objectiven, von der physikalischen, nur unter analogen Bezeichnungen. Wir haben dann die vollständige Sättigung gleich 1 gesetzt:

$$S_1 = \frac{F_1}{F_1 + W_1}$$

Wenn der Werth von S_1 näherungsweise gleich 1 bleiben soll, muss, wenn F_1 abnimmt, gleichzeitig W_1 so rasch abnehmen, dass es immer noch sehr klein bleibt im Vergleiche zu F_1. Nun hat aber W_1 thatsächlich eine untere Grenze. Es ist bekannt, dass wir bei geschlossenen Augen und selbst in der absoluten Dunkelheit nicht ganz schwarz sehen, sondern unser Sehfeld mehr oder weniger von subjectivem Lichte erhellt ist. Dieses subjective Licht ist zwar nicht in seiner Gänze, aber der Hauptmasse nach, neutralisirtes, und durch dieses wird dem Sinken des Werthes von W_1 eine Grenze gesetzt, so dass bei weiterem Sinken des Werthes von F_1 der Werth von S_1 merklich unter die Einheit sinken muss. Überdies haben wir offenbar ein feineres Unterscheidungsvermögen dafür, ob überhaupt lichtempfindende Elemente erregt sind, als dafür, welcher Art die lichtempfindenden Elemente seien. Die Schwierigkeit des Unterscheidens macht sich uns bei sehr geringen Lichtstärken als Mangel an Sättigung fühlbar, wie sie es in ähnlicher Weise thut, wenn wir ein an sich lebhaft gefärbtes Object unter zu kleinem Gesichtswinkel sehen. Ähnliches existirt auch für andere Sinne.

Wir theilen eine Portion Trinkwasser in zwei Hälften und lösen in der einen eine kleine Menge Kochsalz auf. Wir lassen beide Hälften kosten. Der Kostende bemerkt deutlich, dass die eine anders schmeckt als die andere, aber er kann nicht sagen wie. Es muss erst mehr Kochsalz darin aufgelöst werden, ehe er den Geschmack des Salzigen herausfindet.

Hier kommen sogar Verwechslungen mit einer anderen einfachen Geschmacksempfindung vor. Der Geschmack eines solchen sehr wenig gesalzenen Wassers wird bisweilen als süsslich bezeichnet.

Auch sehr schwache Gerüche werden schlecht erkannt, werden sie stärker, tritt die charakteristische Empfindung mehr hervor, werden sie noch stärker, so scheinen sie manchmal ihre Qualität zu ändern. Aber diese Erscheinungen sind für uns von geringerem Interesse, weil wir über die Grundempfindungen des Geruchssinnes noch gänzlich im Dunkeln sind, während wir von denen des Geschmackssinnes doch einige, bitter, süss, salzig, sauer, zu kennen glauben.

Findet sich auch beim Gehör diese Erscheinung wieder? Es unterliegt keinem Zweifel, wir hören früher, dass gesprochen wird, als wir das Gesprochene verstehen und die Stimmen der Sprechenden erkennen. Aber daraus lässt sich für unsere Frage kein Schluss ziehen, denn wir haben es dabei nicht mit einfachen Tönen zu thun, sondern mit Klängen, deren charakteristische Obertöne für das Ohr verschwinden können, weil sie zu schwach sind, und mit Geräuschen, die eine geringere Tragweite haben als die Klänge. Es müssten Versuche angestellt werden mit Stimmgabeln, welche über Resonatoren von gleichem Eigenton schwingen. Es müsste ermittelt werden, ob die Erkennbarkeit ihrer Töne in Rücksicht auf ihre Höhe noch zunimmt bei weiterer Annäherung an die Tonquelle, wenn man sich derselben einmal so weit genähert hat, dass man den Ton eben wahrnimmt.

Wesshalb es unter den Fundamentalfarben gerade das Grün ist, welches beim Sinken der Lichtstärke unter einen gewissen Grad zuerst und am meisten an Sättigung verliert, weiss ich nicht mit Sicherheit zu sagen. Ich glaube zwar einen Grund zu kennen, weiss aber nicht, ob er der einzige ist.

Es ist bekannt, dass wir auch im Dunkeln nicht vollkommen schwarz sehen. Ich sehe auch kein neutrales Grau, sondern verschiedene Farbennuancen, von denen die herrschende eine gelbgrünliche ist, die ich mir entstanden denken könnte durch dünnen Anstrich einer gelben Farbe auf einen schwarzen Grund, oder besser noch durch einen gelben, sehr feinen Staub, der vor einem schwarzen Grunde schwebt. Die Farbe des dunkeln Sehfeldes steht also dem Grün näher als den beiden anderen Fundamentalfarben, und dies mag wohl dazu beitragen, dass das erstere bei abnehmender Lichtstärke zuerst an subjectiver Sättigung verliert; denn der Farbenwechsel, den positive Nachbilder bei Projection auf hellen Grund erleiden, spricht dafür, dass wir an den Stellen des Sehfeldes, an denen wir eine bestimmte Farbe durch subjective Erregung empfinden, für dieselbe Farbe als objective unterempfindlich sind. (Vergl. meine Unters. über subj. Farben. Denkschrift der W. Akad. Bd. III. S. 95.)

Das Schwinden der Sättigung der Farben bei zu geringer Intensität hat im Vereine mit den früher besprochenen Erschei-

nungen des indirecten Sehens zu der Annahme Veranlassung gegeben, dass es Lichtempfindung gebe unabhängig von der Farbenempfindung. Wenn unter der Lichtempfindung unabhängig von der Farbenempfindung die Empfindung des Weissen, beziehungsweise des Grauen oder des Weisslichen, verstanden sein soll, so lässt sich allerdings eine Hypothese erdenken, welche von diesem Standpunkte aus erklärt, wie eine Farbe nicht nur bei zu grosser, sondern auch bei zu geringer objectiver Lichtintensität an subjectiver Sättigung verlieren kann.

Man denke sich, es existirten periphere Endapparate, die ziemlich gleich erregbar sind für die verschiedenen Wellenlängen des gemischten Lichtes, aber doch am stärksten für die mittleren, demnächst für die kleineren und am wenigsten für die grössten. Diese ständen in Verbindung mit Centralgebilden, deren Erregung die Empfindung weiss oder gelblichweiss hervorruft und welche die Eigenthümlichkeit haben, dass sie schon bei geringer Lichtstärke in das Maximum der Erregung versetzt werden, so dass diese bei weiterer Zunahme der objectiven Helligkeit nicht mehr gesteigert wird. Bei solcher Zunahme würde also dann die Empfindung des specifisch-farbigen immer mehr die Oberhand gewinnen, die Farben würden subjectiv gesättigter werden, weil die Reaction dieser weissempfindenden Elemente nicht mehr gesteigert würde, wohl aber die Reaction der roth-, grün- und violettblauempfindenden Elemente. Man könnte sich auch vorstellen, dass peripherische Endapparate, welche für alle Wellenlängen des leuchtenden Spectrums gleich erregbar wären und zugleich die Eigenschaft hätten von sehr geringen Lichtstärken schon zum Maximum erregt zu werden, mit den roth-, grün- und violettblauempfindenden Centralgebilden in Verbindung ständen und durch deren gleichzeitige Erregung die Empfindung von Weiss hervorriefen. Diese Weissempfindung, die als relativ lichtschwach zu denken wäre, würde also schon bei geringer Lichtstärke ihr Maximum erreichen.

Es würden dann bei wachsender objectiver Lichtstärke die Farben gesättigter werden, weil sich mit ihr noch fortwährend die Erregungen steigern würden, welche von den drei Arten von Endapparaten ausgehen, die für verschiedene Wellenlängen verschieden erregbar sind.

In beiden Gestalten aber würde die Hypothese nur eine ad hoc gemachte sein. Ich sehe keine anderen Thatsachen, durch welche wir sie wahrscheinlich machen könnten. Sie würde auch nicht geeignet sein, den Stäbchen etwa eine besondere Stellung als Lichtempfindung, aber nicht Farbenempfindung vermittelnde Organe anzuweisen, denn die Erscheinungen, von denen wir in diesem Abschnitte gesprochen haben, werden mit der *Fovea centralis* beobachtet, in der sich keine Stäbchen, nur Zapfen befinden.

Es erheben sich aber bei ihr noch andere Schwierigkeiten. Sie lässt sich nicht anwenden auf den Fall, in dem wir die Farbe nicht erkennen, weil sie zwar an sich lebhaft, aber auf einen zu kleinen Raum beschränkt ist. Für diesen Fall müssen wir eine neue Erklärung suchen, wenn wir den Satz nicht anerkennen, dass eine Farbe schwerer erkennbar, d. h. ungesättigt werden könne, lediglich desshalb weil der chromatische Rest, der zum Auge gelangt, nicht die hinreichende absolute Grösse hat, und dass dies in gewissen nicht näher bekannten Eigenschaften unseres Wahrnehmungsvermögens begründet sei. Ob eine solche Erklärung gefunden werden könnte in der Unsicherheit und dem Wechsel, mit dem die verschiedenen neben einander gestellten Arten von Endapparaten von kleinen Netzhautbildern erregt werden, muss vorläufig noch zweifelhaft bleiben. Die Thatsache, dass das Erkennen der Farbe durch Vermehrung der farbigen Netzhautbilder erleichtert wird, könnte dieser Erklärung günstig sein, weniger die nicht minder sichere Thatsache, dass das, was dem Netzhautbilde an Ausdehnung fehlt, ersetzt werden kann durch die Intensität des farbigen Lichtes. Dies geschieht nicht allein durch Vergrösserung des Bildes durch Irradiation, sondern auch direct. Die farbigen Sterne bleiben farbig, wenn man auch ihr Irradiationsfeld durch optische Hilfsmittel beschränkt, die eine möglichst scharfe und vollkommene Einstellung zulassen.

Fassen wir Alles in diesem Abschnitte Gesagte zusammen, so ergibt sich daraus, dass für einen deutlichen, mehr noch für einen einigermassen prägnanten Farbeneindruck stets eine gewisse Menge von nicht neutralisirtem Lichte vorhanden sein muss, deren Werth nicht nur relativ zu der Menge des neutralisirten Lichtes, sondern auch absolut nicht unter eine gewisse Ziffer

sinken darf. Der Farbeneindruck kann schwach oder ungenügend bleiben, erstens weil die Intensität der farbigen Strahlung an und für sich zu gering ist, und zweitens weil sich ihre Wirkung auf einen so kleinen Theil der Netzhaut beschränkt, dass die Intensität zwar nicht an und für sich, aber unter diesen Umständen zu gering ist. Das Centralorgan braucht eine gewisse Summe farbiger Erregung um farbig zu empfinden.

Es unterliegt hiermit auch keinem Zweifel, dass man lebhafte und hinreichend von einander verschiedene Farben neben einander stellen muss, wenn man Versuche anstellen will darüber, bis zu welchem Grade des örtlichen Unterscheidungsvermögens, bis zu welchem Grade der Gesichtsschärfe wir durch Farben allein, ohne die Hilfe von Hell und Dunkel, geführt werden können. Dieser Forderung ist leicht zu genügen. Viel schwieriger ist es, die Mitwirkung von Hell und Dunkel auszuschliessen.

Es ist nicht ohne Weiteres möglich, zwei verschiedene Farben oder eine bestimmte Farbe und ein Grau als gleich hell zu bezeichnen.

Die heterochrome Photometrie existirt kaum in ihren ersten Anfängen. Es ist bis jetzt nicht einmal sachgemäss erörtert worden, unter welchen Bedingungen ihre Aufgaben einen Sinn haben und lösbar sind, und unter welchen Bedingungen sie es nicht sind. So viel kann aber doch schon jetzt als feststehend angesehen werden, dass wir auch bei qualitativ verschiedenen Farben noch einen Unterschied in der Helligkeit anerkennen. Dass dieser nicht bloss subjectiv sei, sondern allgemeine Gültigkeit habe, geht aus der Praxis der Zeichner und Kupferstecher hervor, welche die verschieden gefärbten Partien je nach der Helligkeit, welche sie der Localfarbe zuschreiben, in verschieden hellen Tönen anlegen, die dann nicht nur für sie, sondern auch für die übrigen Menschen die richtige Wirkung hervorbringen.

Wir werden also bei unseren Versuchen auch auf dem Wege des Tastens und Suchens dahin streben können, diesen einmal anerkannten Unterschied so klein als möglich zu machen.

Ich versuchte zunächst Schachbrettmuster, in denen jedes Quadrat 1 Ctm. Seite hatte, in verschiedenfarbigen Papieren anzulegen. Die Farben wählte ich weit auseinander stehend, wenn auch nicht immer genau complementär, grün und purpur

gelb und blau, grün und zinnoberroth u. s. w. Diese Schachbrettmuster wurden aus verschiedenen Entfernungen betrachtet, theils mit freiem Auge, theils mit möglichst vollständiger Correction durch einfache Linsen, theils indem ich einen Operngucker umgekehrt vor die Augen hielt und denselben einstellte, so dass ich nun verkleinerte, aber möglichst deutliche Bilder erhielt.

Farben, von denen ich in der Nähe nicht mit Sicherheit hatte sagen können, welche die hellere sei, erschienen mir dann aus einiger Entfernung schon deutlich ungleich hell, andere bewahrten dagegen besser gleiche Helligkeiten. Aber ich könnte nicht sagen, dass ich je zwei Papiere gefunden hätte, welche mir in diesem Schachbrettmuster nicht aus irgend einem Abstande als ungleich hell erschienen wären. Ich konnte dabei nicht umhin zu bemerken, dass ich die Quadrate in um so grösserer Entfernung als Quadrate erkannte, je grösser der Unterschied in der Helligkeit war, und dass diese Entfernung am grössten war beim Schwarz, das mit Weiss oder einer anderen sehr hellen Farbe combinirt war.

Der Unterschied in der Helligkeit diente mir also viel mehr zum Unterscheiden des Details, als der Unterschied in der Farbe.

Ich konnte dieselbe Wahrnehmung noch auf andere Weise machen.

Es wurde eine grüne Glasscheibe durch Aufkleben von Quadraten aus zinnoberrothem Papier in ein Schachbrett verwandelt und ebenso eine gelbe Glasscheibe durch Aufkleben von Quadraten aus grünem Papier. Dann wurde eine solche Glasscheibe von vorn beleuchtet und zugleich von rückwärts, indem hinter ihr eine Lampe mit matter Glaskugel aufgestellt wurde. Hierdurch entstand in der Mitte ein kreisrundes helles Feld, in welchem die unbelegten Quadrate heller erschienen während sich dieselben an der Peripherie der Glastafel dunkel gegen die Farbe des Papiers absetzten. Zwischen beiden so charakterisirten Partien fand man eine ringförmige Grenzzone, in der kein merklicher Helligkeitsunterschied zwischen beiden Arten von Quadraten existirte, und in dieser Grenzzone ward, wenn man sich vom Objecte entfernte, das Schachbrettmuster zuerst undeutlich, früher als im Centrum und auch früher als auf dem peripherischen Theile.

Ich suchte auch messende Versuche anzustellen, aber es liessen sich an den Schachbrettmustern zu schwer gleiche Grade des Erkennens, gleiche Grade des Unterscheidens festhalten. Ich wählte desshalb die Farbenpaare aus, welche sich mir am besten als gleich hell erwiesen hatten, benutzte die eine als Grund und klebte darauf von der andern zwei Reihen von quadratcentimetergrossen Quadraten in der Weise, dass die Diagonalen der Quadrate ganz regellos bald senkrecht und horizontal, bald schräg standen. So hergestellte Tafeln wurden mit einer Tafel, auf der in gleicher Art weisse quadratcentimetergrosse Quadrate auf schwarzen Grund geklebt waren, und einer zweiten, in der schwarze quadratcentimetergrosse Quadrate auf weissen Grund geklebt waren, in der Weise verglichen, dass untersucht wurde, in welcher Entfernung sich die Lage der Quadrate auf beiden neben einander gestellten Tafeln noch erkennen lasse.

Hier zeigte sich das Hervortreten des Helligkeitsunterschiedes bei grösserem Abstande auch in sehr auffallender Weise, so dass nur zwei Farbenpaare sich als für unseren Zweck brauchbar erwiesen.

Ein drittes wurde zwar auch noch zu den Versuchen benützt, aber es machte sich hier schon der deutliche Helligkeitsunterschied zum Nachtheil der Resultate geltend.

Es ist bekannt und bereits hier besprochen, dass die Farbe unter zu kleinem Sehwinkel gänzlich schwindet. Es war dieses Schwinden in unserem Falle nur einigermassen dadurch verzögert, dass eine grössere Anzahl, sechzehn, gleichfärbiger Quadrate gleichzeitig beobachtet wurde.

Ich will zunächst eine Reihe von Versuchsprotocollen vorführen, in denen angegeben ist in der ersten Columne die Farbe der Quadrate, in der zweiten die des Grundes, in der dritten die des Abstandes in Metern, unter welchem die Lage der Quadrate noch eben erkannt wurde. Die vierte Columne enthält den Quotienten, welchen man erhält, wenn man den für Schwarz auf Weiss oder Weiss auf Schwarz gefundenen Abstand dividirt durch den Abstand, welcher bei der eben in Rede stehenden Farbencombination gefunden wurde. Ich werde später auseinandersetzen, wesshalb ich diesen Quotienten jedesmal berechnet und angeführt habe.

Den Beobachtungen ist dieselbe Reihenfolge gelassen, welche sie in der Wirklichkeit hatten.

Beobachter E. Brücke, 25. April 1879.

Weiss	Schwarz ..	11½	
Grün	Zinnober .	7½	1·53
Zinnober ..	Grün	7½	1·57
Ocker	Blau	7	1·64
Blau.....	Ocker	5½	2·09
Grün	Purpur ...	5½	2·09
Purpur	Grün.....	6	1·92

Beobachter Sigm. Exner, 25. April 1879.

Weiss	Schwarz ..	11½	
Grün	Zinnober .	7½	1·53
Zinnober ..	Grün	7⅕	1·60
Ocker	Blau	6½	1·77
Blau.....	Ocker	5⅕	2·21
Grün	Purpur ...	5½	2·09
Purpur	Grün.....	6	1·92

Beobachter E. Brücke 26. April 1879.

Schwarz ..	Weiss	10	
Ocker	Blau	6	1·67
Blau.....	Ocker	5·6	1·79
Grün	Purpur ...	5	2·00
Purpur	Grün.....	6	1·67
Grün	Zinnober .	7·1	1·41
Zinnober ..	Grün.....	7·5	1·33

Beobachter E. Brücke, 1. Mai 1879.

Schwarz ..	Weiss	11	
Weiss	Schwarz ..	11	
Blau.....	Ocker	7·2	1·53
Ocker	Blau	7·2	1·53
Purpur	Grün	6·5	1·69
Grün	Purpur . .	5·5	2·00
Zinnober ..	Grün	8	1·38
Schwarz ..	Weiss	10·5	*
Weiss	Schwarz ..	10·5	
Grün	Zinnober .	8·1	1·36

Beobachter Sigm. Exner, 1. Mai 1879.

Schwarz ..	Weiss	11·3	
Weiss	Schwarz ..	11·3	
Blau.....	Ocker	7·4	1·53
Ocker	Blau	7·4	1·53
Purpur	Grün	7	1·61
Grün	Purpur ...	6·5	1·74
Zinnober ..	Grün	8	1·41
Schwarz ..	Weiss	11·5	*
Weiss	Schwarz ..	11·5	
Grün	Zinnober .	8·5	1·33

Beobachter E. v. Fleischl, 1. Mai 1879.

Schwarz ..	Weiss	10·5	
Weiss	Schwarz ..	10·5	
Blau.....	Ocker	6·6	1·59
Ocker	Blau	7	1·50
Grün	Purpur ...	7·1	1·48
Purpur	Grün	7·6	1·38
Grün	Zinnober .	8·4	1·25
Zinnober ..	Grün	7·9	1·33

Wenn man die vorstehenden Tabellen betrachtet, so sieht man, dass die grössten Werthe in der dritten Columne stets dem Schwarz und Weiss entsprechen, dass also für diese Combination entschieden das beste Unterscheidungsvermögen vorhanden ist. Demnächst folgen die Werthe von Zinnober und Grün. Hier war noch ein bedeutender Helligkeitsunterschied vorhanden. Das Grün war ein helleres als dasjenige, welches mit Purpur combinirt war, und die zinnoberfarbenen Quadrate erschienen auf demselben in einiger Entfernung dunkel, und die grünen Quadrate erschienen auf dem Zinnobergrunde hell.

Die kleinsten Helligkeitsunterschiede zeigten die Combinationen Ocker und Blau und Purpur und Grün. Bei der letzteren konnte man zweifelhaft sein, welche Farbe die hellere sei. Mir erschien das Purpur etwas heller als das Grün, bei der ersteren dunkelte in hinreichender Entfernung und guter Einstellung die Ockerfarbe, und die blauen Quadrate schienen auf derselben heller, während umgekehrt die ockerfarbenen Quadrate auf blauem Grunde dunkler erschienen.

Eine durch ein Convexglas von 80 Zoll Brennweite hervorgebrachte Veränderung in der Einstellung kehrte das Verhältniss um, so dass nun die blauen Quadrate auf dem Ockergrunde dunkler erschienen und die ockerfarbenen auf blauem Grunde heller.

Diese beiden Combinationen nun, Purpur und Grün und Ocker und Blau zeigen in Columne drei die kleinsten Werthe, und doch liessen sie sicher an Verschiedenheit der Farben nichts zu wünschen übrig, denn sie bestanden jede aus zwei Complementärfarben. Ocker und Blau hatten zufällig, wie der Farbenkreisel zeigte, gleiche Intensität; sie neutralisirten sich zu Grau, wenn die eine Hälfte der sich drehenden Kreisscheibe mit Blau, die andere Hälfte mit Ockergelb bedeckt war.

In der andern Combination war die Intensität des Purpur mehr als doppelt so gross als die des Grün, 30·5 Purpur und 69·5 Grün bildeten miteinander Grau.

Wenn man das Unterscheidungsvermögen direct abhängig macht von den Abständen der Axen der Zapfen von einander, und wenn man annimmt, dass für jede der drei Grundfarben gleich viel Zapfen vorhanden sind und dass alle diese Zapfen

gleiche Dicke haben und regelmässig angeordnet sind, so dass zwei die gleiche Farbe vermittelnde Zapfen überall im *Centrum retinae* gleich weit von einander abstehen, dann kann man sagen: Nach geometrischen Principien verhält sich das räumliche Farbenunterscheidungsvermögen zum räumlichen Unterscheidungsvermögen für Hell und Dunkel, wenn man den Abstand der Axen je zweier Zapfen mit r bezeichnet, wie

$$r : 2r \cos 30° = 1 : \sqrt{3} = 1 : 1{\cdot}7320508.$$

Mit dieser letzteren Zahl also müssen die Zahlen der Columne vier verglichen werden, welche aus den Combinationen Ocker-Blau und Purpur-Grün erhalten wurden. Diese Zahlen zeigen sich theils etwas kleiner, theils etwas grösser, wir haben also anzunehmen, dass jeder Zapfen nur einer Grundfarbe dient, dass nicht je ein Zapfen aus drei Theilen besteht, von denen jeder eine Grundfarbe vermittelt.

So einfach ist die Sache nun allerdings nicht. Wir wissen nicht, in welchem Grade die chromatische Abweichung des Auges in Betracht kommt, in wie fern sie uns beim Unterscheiden in verschiedenen Farben mehr hindert, als beim Unterscheiden in Schwarz und Weiss. Dazu kommen noch die Folgen mangelhafter Centrirung des Auges, auf welche ich in diesen Berichten (Bd. 58, Abth. 2, S. 321) aufmerksam gemacht habe. Dass diese Dinge in Betracht kommen ist unzweifelhaft. Ich sah an den Quadraten in gewisser Entfernung lichte Flecke, während das Übrige des Quadrates dunkler erschien, und diese lichten Flecke waren in jedem einzelnen Falle an allen Quadraten in gleicher Weise gegen die Verticale und gegen den Horizont orientirt. Aber das können wir sagen, dass unsere Versuchsresultate uns nicht zwingen anzunehmen, dass jeder Zapfen aus drei Stücken bestehe, von denen jedes mit einem andersempfindenden Centralelemente in Verbindung steht, dass wir bei der einfacheren Annahme stehen bleiben können, jeder Zapfen sei nur mit einem Centralelemente verbunden.

Ich habe in dieser Richtung noch einen anderen Versuch gemacht, den ich kurz erwähnen will. Papiere von acht verschiedenen Farben, Dunkelblau, Lichtblau, Zinnoberroth, Purpur, Violett, Kanariengelb, Ockergelb, Lichtgrün, wurden in Quadrate

von ein Centimeter Seite zerschnitten und aus diesen ein Mosaik gebildet, das möglichst bunt war, so dass, indem von allen Farben eine gleiche Anzahl von Quadraten verbraucht wurde, die einzelnen von den ihnen gleichfarbigen getrennt waren. Nur von der dunkelsten Farbe, Violett, stiessen auf der 26 Ctm. hohen und 20 Ctm. breiten Tafel an sechs Stellen zwei Quadrate mit ihren Seiten an einander, die Quadrate der hellsten Farbe, Gelb, waren vollständig von einander getrennt, die Quadrate der übrigen Farben berührten sich stellenweise mit ihren Ecken, aber nirgends mit ihren Seiten. An diesem Mosaik nun sah man aus etwa neun Meter Entfernung, abgesehen von dunklen, schwärzlichen Flecken, die durch die an einander stossenden violetten Quadrate oder durch an einander stossendes Violett und Dunkelblau erzeugt wurden, nur drei Farben, als hellste Gelb, dann Türkisenblau und drittens eine Farbe, die von Prof. S. Exner als Purpur, von Dr. v. Fleischl als sogenanntes Indisch-Roth bezeichnet wurde. Mir erschien sie als röthlicher, aber nicht gerade sehr intensiver, sondern mehr stumpfer Purpur, wie ihn ordinäre mit Krapp gefärbte Stoffe zeigen. Es war also an diesem Muster keine einzige der drei Grundfarben zu sehen, sondern nur im physiologischen Sinne des Wortes gemischte Farben. Man kann dies selbstverständlich finden, sofern die Grundfarben nicht durch exacte Repräsentanten vertreten waren. Das Zinnoberroth ist dem Spectralroth gegenüber gelblich, das Grün entsprach noch am besten, das Violett schien mir etwas zu röthlich und ausserdem war es zu dunkel, um hinreichende Fernwirkung auszuüben, das Dunkelblau zu wenig violett.

Aber es ist doch immer interessant, dass sämmtliche acht Farben, abgesehen von denen, welche ihrer Dunkelheit halber ausfielen, sich zu nur drei Farben vereinigten, die für jeden der Beobachter scharf charakterisirt waren.

An die eben erörterte Frage würde sich die knüpfen, ob man sich vorzustellen habe, dass es nur so viel gesonderte Leitungen gebe als es Sehnervenfasern gibt, oder ob in der Markscheide jeder einzelnen Sehnervenfaser mehrere Leitungen neben einander liegen und wie viele.

Ich will aber auf diese Frage hier nicht eingehen, weil zur Discutirung derselben das thatsächliche Material noch nicht

vorhanden ist. In meinem Laboratorium sind Untersuchungen im Gange, welche zunächst die Beschaffung der numerischen Daten zum Zwecke haben.

Eine Bemerkung aber möge mir noch gestattet sein, ehe ich diese Abhandlung schliesse.

Es ist mehrfach behauptet worden, zahlreiche Fälle von Farbenblindheit seien unvereinbar mit der Young-Helmholtz'schen Hypothese. Ich will nicht auf die einzelnen für diese Ansicht ins Feld geführten Fälle eingehen, da sie sich keineswegs als beweiskräftig erwiesen haben; Fälle, die dem Einen als mit der besagten Hypothese unvereinbar erschienen, wurden von dem Anderen ohne Schwierigkeit auf dieselbe zurückgeführt. Ich will nur ganz im Allgemeinen untersuchen, welche Umstände, die Young'sche Hypothese als richtig vorausgesetzt, zu Erscheinungen Veranlassung geben könnten, welche wir als Erscheinungen der Farbenblindheit bezeichnen.

1. Es kann eine der drei Arten von Elementen functionsunfähig sein. Dann wird das betroffene Individuum nur zwei Farbenempfindungen kennen und sich also mit den Normalsichtigen nicht über die Benennung der Farben einigen können. Sind bei einem solchen die der Rothempfindung dienenden Elemente functionsunfähig, so wird er das Spectrum am rothen Ende verkürzt sehen und intensiv rothe Körper, z. B. trockener Karmin, werden ihm dunkel erscheinen. Individuen, bei denen dies der Fall war, sind bekanntlich in ziemlicher Anzahl beobachtet worden.

Es ist dies die Folge davon, dass die am schwächsten brechbaren leuchtenden Strahlen die grünempfindenden und die violettempfindenden Elemente, wenn überhaupt nur bei verhältnissmässig sehr grosser Intensität zur Empfindung des Leuchtenden erregen.

Functioniren die violettblauempfindenden Elemente nicht, so braucht desshalb das Spectrum nach unseren jetzigen Vorstellungen nicht gerade verkürzt zu sein, da wir der Ansicht sind, dass die Strahlen der brechbareren Region des Spectrums alle drei Arten von Nervenelementen erregen, nur in verschiedenem Grade und zwar in viel weniger verschiedenem Grade, als dies beim rothen Ende des Spectrums der Fall ist. Ebenso verhält es sich in

Rücksicht auf die Functionsunfähigkeit der grünempfindenden Elemente. Wir haben hier keine dunkle Zone in der Mitte des Spectrums zu erwarten. Allerdings wird die Lichtvertheilung eine andere sein als für den Normalsichtigen, aber bei der Verschiedenheit der Farben, die hier zur Bildung des mittleren Theiles des Spectrums beitragen, wird es schwer sein darüber hinreichend sichere und deutliche Auskunft zu erhalten. Eine Art der Untersuchung, die, so viel ich weiss, auf Farbenblinde noch nicht angewendet ist, könnte hier möglicher Weise noch zum Resultat führen, die Untersuchung mittelst eines ganz lichtschwachen Spectrums, wie ich es zur Veranschaulichung der drei Grundfarben benutze.

2. Es könnten zwei Arten von Nervenelementen functionsunfähig sein. Dann würden gar keine Farbenunterschiede vorhanden sein, man würde aber Mangel des Roth aus der Verkürzung des Spectrums erschliessen und durch die verschiedene Helligkeit, welche verschiedenen Farben zugeschrieben wird, auf die Erkennung des Zustandes geführt werden.

3. Es können eine oder zwei Arten von Elementen zwar nicht functionsunfähig sein, aber doch in solchem Grade unterempfindlich, dass sich der Betroffene nicht mit den Normalsichtigen über die Benennung der Farben einigen kann.

4. Es könnte, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine Verschiedenheit in der Stimmung vorhanden sein. Es könnten alle drei Elemente functioniren, aber für eine oder mehrere könnte die Schwingungsdauer, von welcher sie am stärksten erregt werden, eine andere sein als bei Normalsichtigen. Auch dies würde Controversen mit den Letzteren über die Benennung der Farben hervorrufen. In der That deuten die verschiedenen Angaben, die über die Farbe der ultravioletten Strahlen gemacht worden sind, darauf hin, dass bei verschiedenen Personen die Stimmung keine ganz gleiche ist, nicht minder die verschiedene Ausdehnung, in der das ultraviolette Spectrum von verschiedenen Personen gesehen wird. Auch jugendliche Individuen mit normalem Sehvermögen und sicher noch nicht gelb gefärbter Linse weichen in ihren Angaben merklich von einander ab.

5. Es könnten die Maxima der erregenden Wirkung im Spectrum zwar am gewöhnlichen Orte liegen, aber es könnten

Anomalien vorhanden sein in der Art und Weise, wie die erregende Wirkung für jede einzelne Art von Nervenelementen mit wachsender oder abnehmender Schwingungsdauer zu- oder abnimmt. Auch solche Anomalien würden einen grösseren oder geringeren Grad von sogenannter Farbenblindheit hervorrufen; denn farbenblind nennt man ja heutzutage Jeden, der die Farben nicht so unterscheidet und benennt wie die Mehrzahl seiner Mitmenschen.

6. Es könnten die Maxima der Erregbarkeit verschoben und zugleich das Gesetz abgeändert sein, nachdem die Erregbarkeit mit geänderter Schwingungsdauer für die einzelnen Nervenelemente ab- und zunimmt. Dies könnte unter Anderem auch so der Fall sein, dass die Curven der Erregbarkeit für alle drei Arten von Endapparaten zusammenfallen, womit dann alles Unterscheidungsvermögen für Farben aufhören würde. (Vergl. A. Fick. l. c.)

7. Es kann bei normalen peripherischen Endapparaten wegen mangelhafter Beschaffenheit der Centralapparate eine Art von Stumpfsinn für die Auffassung der Farbennüance und ein Mangel an Gedächtniss für dieselbe existiren, ähnlich wie ja solcher in Rücksicht auf Tonempfindungen hinreichend bekannt ist.

Nach dieser Zusammenstellung wird man zugeben, dass die bis jetzt an Farbenblinden durchgeführten Untersuchungen als Grundlage für ein Urtheil über den Werth oder Unwerth der Young'schen Hypothese keinesweges ausreichen. Man sollte doch bei solchen Untersuchungen vor allen Dingen bedenken, dass die Personen, welche man befragt, nicht von Kind auf am Spectrum geschult und unter der Controle der Frauenhofer'schen Linien in die Farbennomenklatur eingeführt sind, sondern dass sie sich ihre Nomenklatur tastend und tappend gebildet haben nach dem, was sie von Anderen, von Normalsichtigen, über die Farben der Aussendinge gehört haben. Diese Farben sind ja fast ausnahmslos sehr zusammengesetzte und müssen desshalb für den, der die Farben nicht so sieht, wie die Mehrzahl der Menschen, zu endlosen Verwirrungen Veranlassung geben.

XVII. SITZUNG VOM 10. JULI 1879.

Herr Dr. Fitzinger übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der oberösterreichischen Statthalterei eingesendeten graphischen Darstellungen der Eisbildung an der Donau zu Aschbach, Linz und Grein im Winter 1878—79.

Herr Prof. Dr. Ant. Frič in Prag übermittelt zehn Pflichtexemplare des eben erschienenen ersten Heftes des I. Bandes seines mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften herausgegebenen Werkes: „Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens."

Als neu erschienene Publicationen werden mit Begleitschreiben ihrer Verfasser für die akademische Bibliothek folgende Druckschriften übermittelt:

1. „Vom Ursprunge der Quellen" und
2. „Die Wasser-Calamität von Dux und Teplitz", beide vom Herrn Sanitätsrath Dr. Alois Nowak in Prag.
3. „Die Niederschlagsverhältnisse im Flussgebiete der Theiss," vom Ingenieur Jos. Riedel in Wien.

Das w. M. Herr Hofrath Billroth übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. A. Frisch in Wien: „Über das Verhalten der Milzbrandbacillen gegen extrem niedere Temperaturen."

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über die mechanischen Leistungen der acinösen Drüsen", welche er im Vereine mit dem Assistenten Herrn Dr. A. Spina ausgeführt hat.

Herr Prof. Stricker übersendet ferner eine im Vereine mit Herrn Dr. Ludwig Unger ausgeführte Abhandlung: „Untersuchungen über den Bau der Grosshirnrinde."

Das c. M. Herr Prof. J. Wiesner übersendet eine von Herrn Hans Molisch im pflanzenphysiologischen Institute der Wiener Universität ausgeführte Arbeit, betitelt: „Vergleichende Anatomie des Holzes der Ebenaceen und ihrer Verwandten."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine in seinem Laboratorium von Herrn Dr. A. Jarisch, Assistenten an der dermatologischen Klinik in Wien ausgeführte Arbeit, betitelt: „Chemische Studien über Pemphigus."

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über das Glycyrrhizin", II. Abhandlung von Herrn Prof. Dr. J. Habermann an der technischen Hochschule in Brünn.
2. „Über einige Derivate des Dimethylhydrochinons", von Herrn K. Kariot in Brünn.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak spricht über den Bau solcher Krystalle, die aus vielen Individuen von geringem Symmetriegrade bestehend, äusserlich die Formen höherer Symmetriegrade nachahmen und legt zwei Schriften vor, welche sich auf diesen Gegenstand beziehen.

Die eine, welche von Herrn Prof. J. Rumpf in Graz eingesandt wurde, führt den Titel: „Über den Krystallbau des Apophyllits".

Die zweite Schrift behandelt eine im Institute des Herrn Hofrathes Tschermak ausgeführte Arbeit unter dem Titel: „Über die Zwillingsbildung und die optischen Eigenschaften des Chabasits" von Herrn Friedrich Becke.

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben überreicht vier Arbeiten, deren drei in seinem Laboratorium von den Herren Dr. Kachler und Dr. Spitzer, ferner Dr. Skraup gemacht wurden, während die vierte von Herrn Heinrich Goldschmidt in Prof. v. Pebal's Laboratorium zu Graz ausgeführt worden ist.

1. J. Kachler und F. V. Spitzer: „Über das Camphen des Borneols und des Camphers".
2. Zd. H. Skraup: „Über das Homocinchonidin."
3. Zd. H. Skraup: „Über das Chinin."
4. Heinrich Goldschmidt: „Über Gay Lussac's Unterchlorsalpetersäure."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Medecine: Bulletin. 43. Anné 2me série. Tome VIII. Nr. 26. Paris, 1879; 8°.

Annales des Mines. VIIe série. Tome XV. 2e livraison de 1878. Paris, 1879; 8°.

Archivio per le Scienze mediche Vol. III. fascicolo 3°. Torino, 1879; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band XCV; 9 & 10. Nrs. 2265—2266. Kiel, 1879; 4°.

Berlin, Friedrich-Wilhelms-Universität: Druckschriften pro 1878 1879. 9 Stücke 4°.

Central-Station, kön. meteorologische im Königreich Baiern: Beobachtungen. Jahrgang I. 1879. Heft 1. München; 4°. — Übersicht der Witterungsverhältnisse im Königreiche Baiern während des April und Mai 1879. folio. — Anleitung für die Aufzeichnungen über Gewitter. 8°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXVIII, Nr. 25. Paris, 1878; 4°.

Fritsch, Anton Dr.: Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. Bd. I, Heft 1. Prag, 1879; fol.

Gesellschaft, Deutsche geologische: Zeitschrift. XXXI. Band, 1. Heft Januar bis März 1879. Berlin, 1879; 8°. — Register zum XXI. bis XXX. Bande.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXII. (N. F. XII.) Nr. 6, 7, 8 & 9. Wien; 1879; 4°.

— österreichische für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band. Juli-Heft 1879. Wien; 4°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg. Nr. 27. Wien, 1879; 4°.

Goehlert, Vinc. Dr.: Die Zwillinge. Ein Beitrag zur Physiologie des Menschen. Berlin, 1879; 8°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 27. Wien, 1878; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XIX. 8., 9. u. 10. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

Mocenigo, Gio: Gli Automotori. Bassano, 1879; 8°.

Nature. Vol. XX. Nr. 505. London, 1879; 4°.

Nowak, Alois, F. P. Dr.; Vom Ursprung der Quellen. Neun Vorträge. Prag, 1879; 8°. — Die Wasser-Calamität von Dux und Teplitz. Prag, 1879; 8°.

Observatoire de Moscou: Annales. Volume V. 2. Livraison. Moscou. 1879; 4°.

— royal de Bruxelles. Nouvelle Série: Annales astronomiques. Tome I & II. Bruxelles, 1878—9; 4°. — Annuaire. 1878, 45e année. Bruxelles, 1877; 12°. — 1879, 46e année. Bruxelles, 1878; 12°. — Catalogue des Ouvrages d'Astronomie et de Météorologie. Bruxelles, 1878; 8°. — Recherches sur les couleurs des Étoiles doubles; par M. L. Niesten. Bruxelles, 1879; 8°.

Raspail, Xavier: Monographie du Rossignol. Paris, 1878: 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." IXe Année, 2e Série, Nr. 1. Paris, 1879; 4°.

Riedel, Josef: Die Niederschlags-Verhältnisse im Flussgebiete der Theiss. Wien, 1879; 8°.

Siragusa, F. P. C.: La Clorofilla. Palermo, 1878; 8°.

Sociedad cientifica argentina: Anales. Mayo de 1879. — Entrega V. Tomo VII. Buenos Aires, 1879; 4°.

Society, the Linnean of New South Wales: Proceedings. Vol. III. Parts the second and third. Sidney, 1878/9; 8°.

Tübingen, Universität: Akademische Schriften pro 1876—77. 21 Stücke 4° & 8°.

— Universität: Akademische Schriften pro 1878. 24. Stücke 4° & 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher: Organ. XVIII. Band. Separatbeilage zum 4. & 5. Hefte. 1879. Wien; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 27.

Über das Verhalten der Milzbrandbacillen gegen extrem niedere Temperaturen.

Von Prof. **A. Frisch** in Wien.

Untersuchungen, welche ich vor zwei Jahren über den Einfluss niederer Temperaturen auf die Lebensfähigkeit der Bacterien anstellte,[1] hatten gezeigt, dass Vegetationen von Coccus, Bacterium und Bacillus durch längere Zeit einer Temperatur von —87·5° C. ausgesetzt werden können, ohne getödtet zu werden, ja ohne das Vermögen zu verlieren, unmittelbar nachher in geeigneten Nährflüssigkeiten sowohl, als auch im lebenden Thierkörper weiter zu vegetiren.

Die Versuche hatten sich auch auf sogenannte pathogene Organismen, deren Existenzbedingungen an das Vorhandensein relativ hoher Temperaturen geknüpft zu sein scheinen, erstreckt, und die bei Puerperalfieber und diphtheritischen Processen als constante Begleiter auftretenden Coccusformen zeigten sich gegen diese enormen Kältegrade in gleicher Weise resistent, und ihre Verimpfung in die Kaninchenhornhaut hatte nach wie vor dem Gefrieren dieselben Entzündungen zur Folge. Leider konnten damals die Bacillen des Milzbrandblutes in die Experimente nicht mit einbezogen werden, da mir kein frisches Material zu Gebote stand. Das Verhalten der Organismen des Milzbrandes gegen extrem niedere Temperaturen musste in mehrfacher Beziehung ein besonderes Interesse darbieten.

1. Würde es gelingen, dieselben durch Kälte zu zerstören, so wäre damit eine neue, für die Entscheidung der Frage nach

---

[1] Sitzb. d. k. Akad. d. Wissensch. LXXV. Bd., III. Abth., 1877.

der Natur des Milzbrandgiftes wichtige Methode der Ausscheidung der Organismen aus dem Blute gewonnen,[1] welche vor den Filtrationsversuchen (Klebs, Pasteur u. A.) den Vortheil hätte, dass die übrigen geformten Bestandtheile des Blutes nicht mit ausgeschlossen würden.

Es würde aber auch mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein, dass ein etwa vorhandenes lösliches Ferment durch diese Methode nicht zerstört wird, da vom putriden Gift durch die Versuche Kehrer's[2] bekannt ist, dass es der Kälte widersteht.

2. Es ist ferner der ganze Entwicklungsgang des Bacillus anthracis bis zur Bildung der Dauersporen und der Vorgang der Entstehung neuer Stäbchen aus diesen genau bekannt. Koch hat Methoden angegeben,[3] die es ermöglichen, sich in kurzer Zeit von der Lebensfähigkeit irgend einer Bacillengeneration zu überzeugen; durch Koch ist gleichfalls bekannt, dass das Auswachsen der Bacillen zu langen Fäden und die Entwicklung von Dauersporen oft durch ganz minimale Einflüsse[4] gehemmt wird. Es war also gerade bei dieser Bacillenform über den Einfluss der Kälte auf ihre Lebens- und Fortpflanzungsfähigkeit in ganz exacter Weise Aufschluss zu erwarten.

3. Endlich musste sich voraussichtlich die Wirkung der durch die starke Temperaturherabsetzung in ihrer Entwicklung gehemmten Bacillenvegetationen auf den lebenden Organismus in merklich anderer Weise äussern. Darüber mussten Impfungen in die Cornea, in der die Bacillen in ganz charakteristischer Weise sich

---

[1] Wiewohl R. Koch's neuere Versuche über das Milzbrandcontagium es fast zweifellos erscheinen lassen, dass die Organismen als die Träger des Krankheitsgiftes aufzufassen seien, scheint mir diese Ansicht doch noch nicht so zur vollen Evidenz erwiesen, dass sie auf eine Bestätigung durch neue Methoden geradezu verzichten könnte, umsomehr, als bis jetzt kein einziger Versuch vorliegt, welcher beweist, dass Milzbrandblut ohne Bacillen aber mit allen übrigen geformten Bestandtheilen keinen Milzbrand erzeugt. P. Bert's Versuche mit comprimirtem Sauerstoff wurden bekanntlich widerlegt.

[2] Arch. f. exp. Path. u. Pharmak. II. Bd.

[3] F. Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. II. Bd., pag. 277.

[4] L. c. pag. 286 ff.

verbreiten [1] und Subcutanimpfungen (Erzeugung von Impfmilzbrand) Aufschluss geben.

Im Nachfolgenden beschreibe ich nun die nachträglich mit stäbchenhaltigem Milzbrandblut angestellten Versuche, welche als eine Ergänzung der oben erwähnten Mittheilung über den Einfluss niederer Temperaturen auf die Lebensfähigkeit der Bacterien aufzufassen sind. Es wurden bei dieser Versuchsreihe durch Anwendung des luftverdünnten Raumes noch niedrigere Temperaturgrade (bis —111°C.) erzielt, als bei den vorigen, und desshalb auch Fäulnissbacterien neuerdings auf ihre Widerstandsfähigkeit geprüft.

Es wurden folgende Flüssigkeiten verwendet:

I. Frisches Milzbrandblut von einem Pferde herstammend, welches um 9 Uhr Morgens gefallen war und um 11 Uhr secirt wurde. Es enthielt eine enorme Zahl der bekannten Stäbchen.

II. Blut von einem an Impfmilzbrand verendeten Kaninchen. Es enthielt nur wenige aber gut entwickelte Bacillen. (Einige Tage vorher hatte ich frisches Milzbrandblut, ebenfalls von einem Pferde herrührend, erhalten, mit welchem mehrere Kaninchen geimpft wurden, die sämmtlich an Milzbrand zu Grunde gingen. Mit dem Blute dieser Thiere wurde auf eine zweite und von dieser auf eine dritte Generation übergeimpft. Letzterer gehörte das Thier an, dem das sub II angeführte Blut entnommen war.)

III. Ein Stückchen Milz, nur Sporen von Bacillus anthracis enthaltend, von einem an Impfmilzbrand verendeten Kaninchen, mit durch mehrere Stunden gekochtem und unter Watteverschluss erkaltetem destillirtem Wasser verrieben.

IV. Stäbchenhaltiges frisches Milzbrandblut seit 5 Tagen mit wasserfreiem Glycerin zu gleichen Theilen gemischt. Durch Versuche, welche an anderem Orte demnächst ausführlich mitgetheilt werden sollen, hatte ich ermittelt, dass eine bestimmte Zeit hindurch das Glycerin die Bacillen des Milzbrandblutes nicht zerstört. Culturversuche, welche mit der angegebenen Mischung angestellt wurden, ergaben, dass die Bacillen die Fähigkeit zu langen Fäden

---

[1] Frisch, Die Milzbrandbacterien und ihre Vegetationen in der lebenden Hornhaut. Sitzb. der k. Akad. d. Wissenschaften. LXXIV. Band, III. Abth., 1876.

auszuwachsen und Sporen zu bilden nicht verloren hatten. Diese Vorgänge erlitten aber durch die Beimengung des Glycerins eine Verzögerung und namentlich die Sporenbildung trat um eine geraume Zeit später ein, als bei frischem Blute. Subcutanimpfungen hatten Impfmilzbrand zur Folge, es verging aber bis zum Erkranken der Thiere ein längerer Zeitraum und der Tod erfolgte später. Durch Impfungen in die Cornea wurden die bekannten, aus Stäbchen gebildeten Sternfiguren erzielt, jedoch brauchten auch diese zu ihrer vollständigen Entwicklung eine merklich längere Zeit. Das Glycerin hat also offenbar die Lebensenergie der Milzbrandbacillen herabgesetzt und ich verwendete diese Glycerinmischung zu den Kälteversuchen, um die Widerstandsfähigkeit solcher in ihren Lebenseigenschaften schon gehemmter Vegetationen gegen den weiteren schädlichen Einfluss der Temperaturherabsetzung zu prüfen.

V. Verschiedene Faulflüssigkeiten, welche mannigfache Formen theils ruhender, theils lebhaft beweglicher Organismen enthielten.

Sämmtliche von Milzbrand herrührenden Versuchsflüssigkeiten wurden vor Beginn des Versuches auf ihre Wirksamkeit durch Impfung geprüft und wie der aus der nachfolgenden Tabelle ersichtliche Verlauf zeigt, auch durchwegs wirksam befunden.

Impfungen vor dem Gefrieren.

Versuchsthier	Art der Impfung	Resultat	Anmerkung
Kaninchen	Subcutan $^1/_2$ CC. des frisch. Milzbrandblutes (I).	Tod n. 22 Stunden.	Zahlreiche Stäbchen im Blute.
„	Subcutan 1 CC. des frisch. Milzbrandblutes (I).	Tod n. 41 Stunden.	Spärliche Stäbchen im Blute.
„	Subcutan $^1/_2$ CC. des frisch. Milzbrandblutes vom Kaninchen (II).	Tod n. 27 Stunden.	Spärliche Stäbchen im Blute.
„	Subcutan 1 CC. des frisch. Milzbrandblutes vom Kaninchen (II).	Tod n. 35 Stunden.	Zahlreiche Stäbchen im Blute.

Versuchs-thier	Art der Impfung	Resultat	Anmerkung
Kaninchen	Subcutan ½ CC. der Versuchsflüssigkeit III.	Tod n. 48 Stunden.	Im Blute kein Stäbchen zu finden. 12 Stunden nach dem Tode im Blute und in der Milz zahlreiche Bacillen.
„	Subcutan 1 CC. der Versuchsflüssigkeit III.	Tod n. 36 Stunden.	Spärliche Stäbchen im Blute.
„	Subcutan ½ CC. der Versuchsflüssigkeit IV (Glycerinmischung).	Tod n. 72 Stunden.	Keine Bacillen im Blute.
„	Subcutan 1½ CC. der Versuchsflüssigkeit IV (Glycerinmischung).	Tod n. 79 Stunden.	Keine Bacillen im Blute; spärlich in der Milz.
„	Beide Corneae mit frisch. Milzbrandblut I.	Nach 7 Stunden d. sternförmigen aus Stäbchen gebildeten Pilzfiguren üppig entwickelt.	
„	Beide Corneae mit frisch. Milzbrandblut II.	Nach 6 u. 10 Stunden gut entwickelte sternförmige Figuren.	
„	Beide Corneae mit der Versuchsflüssigkeit III.	N. 8 u. 12 Stunden ziemlich gut entwickelte sternförmige Pilzfiguren.	
„	Beide Corneae mit der Versuchsflüssigkeit IV.	Nach 28 und 34 Stunden ziemlich gut entwickelte Pilzfiguren.	

Ebenso wurden, wie die unten folgenden Tabellen zeigen den verschiedenen Flüssigkeiten vor Beginn des Versuches geringe

Mengen entnommen und zu Culturversuchen verwendet. Auch die Züchtungen ergaben positive Resultate.

Der Versuch wurde in folgender Weise angestellt: Sorgfältig gereinigte und sodann gut ausgeglühte dünnwandige Reagensgläschen wurden mit je 5 CC. der Versuchsflüssigkeiten gefüllt, hierauf wurde mit einem frisch geglühten Glasstabe in jedes der Gläschen ein vorher durch längere Zeit auf 140°C. erwärmter Watteprop soweit hineingeschoben, dass er ungefähr 2 Ctm. von dem Niveau der Flüssigkeit abstand. Die Eprouvetten wurden dann unmittelbar über dem Watteprop in der Gasflamme ausgezogen und zugeschmolzen. Nachdem die Gläschen kalt geworden waren, wurden sie in ein vorher zur Hälfte mit fester Kohlensäure gefülltes Becherglas gestellt und mit reichlichen Mengen fester Kohlensäure bedeckt, so dass sie vollständig in die Kältemischung eingetaucht waren. Hierauf wurde Äther zugegossen, ein Schwefelkohlenstoffthermometer in die Mischung versenkt, dann das Becherglas rasch unter den Recipienten einer Luftpumpe gesetzt und sofort mit der Auspumpung begonnen. Der Versuch begann um 10ʰ50′; Temperatur und Druck wurden von 5 zu 5 Minuten, später in grösseren Zeitintervallen abgelesen und verzeichnet. Die Temperatur fiel ausserordentlich rasch auf —100°C. und hatte nach 30 Minuten das Minimum von —111°C. erreicht, welches durch eine Viertelstunde constant blieb. Der genaue Gang des Versuches ist aus nachstehender Tabelle zu ersehen:

Zeit	Temperatur nach Celsius	Druck in Centimetern
10ʰ 50′	100·0	—
10 55	102·5	18·0
11 0	103·5	23·0
11 2	105 0	28·0
11 5	107·5	36·5
11 10	108·5	43·0
11 15	110·0	46·5
11 20	111·0	48·0
11 25	111·0	51·0
11 30	111·0	51·5
11 35	111·0	52·5
11 40	108·5	53·0

Zeit	Temperatur nach Celsius	Druck in Centimetern
11ʰ 45′	105·0	55·5
11 50	100·0	58·5
11 55	92·5	61·5
12 0	85·0	64·0
12 5	75·5	69·5
12 10	67·5	71·0
12 15	59·5	72·0
12 20	54·0	72·0
12 25	47·5	72·0
12 30	45·0	72·0
12 35	40·0	72·0
12 40	35·0	71·0
12 45	30·5	70·0
12 55	25·0	70·0
1 10	24·5	70·0
1 50	24·5	69·0
2 0	23·0	69·0

Von 11ʰ35′ an blieb die Temperatur, allmälig steigend, noch 15 Minuten unter —100°C. und erhob sich dann im Verlaufe von 2 Stunden und 10 Minuten mit der allmäligen Aufzehrung der noch vorhandenen Massen von fester Kohlensäure Schritt haltend, bis auf —23°C.

Um 2 Uhr wurde das Becherglas aus dem Recipienten der Luftpumpe herausgenommen, in eine frisch bereitete Kältemischung von Schnee und Kochsalz versenkt, und darin noch weitere 2 Stunden und 15 Minuten belassen.

Das Thermometer [1] zeigte

Um 2ʰ 0′	—22·5°C.
2 10	—24·0°C.
2 40	—24·5°C.
3 20	—24·0°C.
4 0	—23·0°C.

[1] Hier wurde nicht das Schwefelkohlenstoffthermometer, sondern ein Quecksilberthermometer verwendet.

Um 4ʰ15′ wurde das Becherglas aus dieser Kältemischung entfernt und die festgefrorenen Probeflüssigkeiten bei einer Zimmertemperatur von 14°R. allmälig dem Aufthauen überlassen. Nach einer Stunde waren die ersten Zeichen des Aufthauens zu bemerken und nach Verlauf einer weiteren Stunde konnten die Flüssigkeiten zu den Impfungen und Züchtungen weiter verwendet werden. Die Versuchsflüssigkeiten waren also im Ganzen durch 5 Stunden und 25 Minuten einer Temperatur unter —22·5°C. ausgesetzt, hievon durch eine ganze Stunde auf unter —100°C. und durch eine Viertelstunde auf das Minimum von —111°C. abgekühlt.

Eines der Probegläschen, welche frisches Milzbrandblut enthielten, wurde, nachdem eine geringe Menge des zu einem Eisklumpen erstarrten Blutes flüssig geworden war, aufgebrochen; der Watteprop wurde entfernt und eine Probe des wieder flüssig gewordenen Blutes mit einer starken Hartnack'schen Immersionslinse untersucht. Die darin enthaltenen Milzbrandbacillen zeigten dasselbe glashelle homogene Aussehen, welches ihnen im frischen Zustande eigen ist. Von geschrumpften oder zerfallenen Stäbchen war durchaus nichts zu entdecken. Ebenso wurden von den mit Faulflüssigkeit gefüllten Eprouvetten zwei frühzeitig geöffnet und es zeigte sich, dass die beweglichen Bacterienformen alsbald wieder die gewohnten selbstständigen Bewegungen annahmen. Die mit den gefroren gewesenen Faulflüssigkeiten weiter vorgenommenen Züchtungs- und Impfversuche, welche in derselben Weise und mit denselben Vorsichtsmassregeln angestellt wurden, wie ich sie bei der ersten Versuchsreihe beschrieben habe, ergaben so durchaus übereinstimmende Resultate, dass eine ausführliche Beschreibung derselben überflüssig erscheint. Es wurde also die Lebens- und Vermehrungsfähigkeit der in faulenden Gewebsaufgüssen vegetirenden Coccus- und Bacterienformen auch durch längere Einwirkung einer Temperatur von —111° C. in keiner Weise beeinträchtigt.

Mit den von Milzbrand herstammenden gefroren gewesenen Versuchsflüssigkeiten wurden nun, um die Lebensfähigkeit der Bacillen zu untersuchen, verschiedene Impf- und Züchtungsversuche vorgenommen.

I. Züchtungen in der feuchten Kammer nach Koch.

Dieses Verfahren, von Koch l. c. ausführlich beschrieben, ermöglicht es, sich in kurzer Zeit, wenn erforderlich auch unter fortwährender directer Beobachtung mit dem Mikroskop, von dem Vermögen der Milzbrandbacillen zu langen Fäden auszuwachsen und Dauersporen zu bilden, zu überzeugen. Die Einfachheit und Reinlichkeit dieser Züchtungsmethode gibt ihr, wenn man einmal gelernt hat gewisse Versuchsfehler zu umgehen, den Vorzug vor allen anderen.

Auf die untere Fläche eines sorgfältig gereinigten Deckgläschens wird ein Tropfen frischer Humor aqueus gebracht. Ich entnehme denselben gewöhnlich lebenden Thieren durch Punction der vorderen Kammer. An den Rand dieses Tropfens kommt eine ganz geringe Menge der auf Bacillen zu prüfenden Flüssigkeit. Das so vorbereitete Deckglas wird mit vollkommen reinem Oliven- oder Mandelöl in der Weise auf einen hohlgeschliffenen Objectträger gekittet, dass der Tropfen auf der unteren Fläche des Deckglases frei schwebend bleibt. Diese kleine feuchte Kammer wird entweder in einen Brutkasten (bei 35—38°C.) gebracht oder auf dem heizbaren Objecttische mit dem Mikroskope direct beobachtet. Enthält die zu prüfende Versuchsflüssigkeit entwicklungsfähige Milzbrandbacillen, so lassen sich schon nach wenigen Stunden in diesem Culturapparate ganz unzweideutige Veränderungen constatiren.

In die folgende Tabelle sind zum Vergleiche auch die Controlversuche mit den nicht gefroren gewesenen Milzbrandsubstanzen aufgenommen. (Siehe p. 86.)

Aus diesen Culturversuchen geht hervor, dass die Bacillen des Milzbrandblutes, nachdem sie längere Zeit einer Temperatur von —111° C. ausgesetzt waren, die Fähigkeit in geeigneter Nährflüssigkeit bei einer Temperatur von +35—38° C. zu langen Fäden auszuwachsen, und in normaler Weise zur Sporenbildung zu gelangen, nicht verloren haben. Zu bemerken ist, dass mit dem gefroren gewesenen, stäbchenhaltigen Milzbrandblut je ein Versuch insoferne fehlschlug, als die Entwicklung von Dauersporen ausblieb, und dass in der sporenhaltigen Versuchsflüssigkeit nach der Abkühlung zwar noch gut entwickelte

Vor der Abkühlung auf —111°C.		Nach der Abkühlung auf —111°C.	
Versuchsflüssigkeit	Resultat	Versuchsflüssigkeit	Resultat
Stäbchenhaltiges Milzbrandblut (Versuchsflüssigkeit I).	Nach 7 Stunden hat sich aus den kurzen Stäbchen eine ausserordentlich üppige Vegetation von langen Fäden entwickelt, in denen es nach 30 Stunden allenthalben zur Sporenbildung gekommen ist. In 3 verschiedenen feuchten Kammern dasselbe Resultat.	Stäbchenhaltiges Milzbrandblut (Versuchsflüssigkeit I).	Nach $7\frac{1}{2}$ Stunden sind die kurzen Stäbchen zu langen Fäden ausgewachsen. In 2 von 3 angestellten Versuchen kommt es auch in diesen Fäden nach ungefähr 30 Stunden zur Bildung normaler Dauersporen.
Stäbchenhaltig. Milzbrandbl. (Versuchsflüssigkeit II).	3 Versuche in gleicher Weise angestellt ergaben dasselbe Resultat.	Stäbchenhaltig. Milzbrandbl. (Versuchsflüssigkeit II).	In einem von 3 mit diesem Material angestellten Versuchen entwickeln sich keine Dauersporen. In den beiden anderen Fällen dasselbe Verhalten wie vor dem Gefrieren.
Sporenhaltige Flüssigkeit III.	Modification der feuchten Kammer. Vergl. Koch, l. c. p. 288. In 3 Versuchen Entwicklung von Bacillen; einmal Entwicklung von Dauersporen nach Verlängerung der Stäbchen in der bekannten Weise.	Sporenhaltige Flüssigkeit III.	Modification der feuchten Kammer. Vergl. Koch, l. c. p. 288. In 3 Versuchen Entwicklung von Bacillen; Auswachsen derselben zu langen Fäden, jedoch keine Sporenbildung.
Milzbrandblut zu gleichen Theilen mit Glycerin gemischt (Versuchsfl. IV).	3 Versuche; übereinstimmend nach 2 Stunden keine Veränderung; nach 9 Stunden beginnende Verlängerung einzelner Stäbchen; nach 24 Stunden reichliche Vegetation langer Fäden. In einem Falle Bildung von Dauersporen.	Milzbrandblut zu gleichen Theilen mit Glycerin gemischt (Versuchsfl. IV).	3 Versuche mit gleichem Resultate. N. 3 Stunden noch keine Veränderung zu bemerken; nach 10 Stunden Verlängerung einzelner Bacillen; nach 24 Stunden ziemlich gut entwickelte Vegetationen. In keinem Falle kommt es zur Bildung von Dauersporen.

Bacillenvegetationen zu Stande kamen, in diesen aber eine zweite Generation von Sporen nicht entstand. In gleicher Weise bildeten die aus der Glycerinmischung gezüchteten Bacillen nach dem Gefrieren keine Dauersporen.

II. Züchtungen in Cohn'scher Bacteriennährflüssigkeit und alkalischem Harn.

Zu diesen Versuchen wurde eine Reihe von dünnwandigen Eprouvetten sorgfältig gereinigt und ausgeglüht, sodann mit je 15 CC. der kochenden Nährflüssigkeit gefüllt, und rasch mit einem Watteprop verschlossen, welcher vorher im Trockenkasten durch mehrere Stunden bei einer Temperatur von +140° C. verweilt hatte. Die Infection der Nährflüssigkeiten wurde mit aller Vorsicht durch Einlegen frisch ausgezogener Capillarröhrchen, welche einen Tropfen der zu prüfenden Flüssigkeit aufgesaugt hatten, vorgenommen. (Vergleiche pag. 86 meiner ersten Mittheilung.)

Inficirt mit		Cohn'sche Nährflüssigkeit	Alkalischer Harn
Versuchsfl. I.	Vor der Abkühlung auf — 111° C.	Im Verlaufe von 8 Tagen zunehmende Trübung ohne Bacillenvegetationen. Zahlreiche andere Pilzformen.	An der Oberfläche schöne Vegetationen von Bacillus anthracis. Die Flüssigkeit sonst klar.
Versuchsfl. II.		Derselbe Befund.	Derselbe Befund.
Versuchsfl. II.		Derselbe Befund.	Keine deutlichen Bacillenvegetationen, hingegen Trübung unter Entwicklung verschiedener anderer Formen.
Versuchsfl. III.		Einzelne Conglomerate von deutlichen Milzbrandbacillen, nebenher auch andere Pilzformen.	Bacillenhäutchen an der Oberfläche, sonst rein.
Versuchsfl. IV.		Vereinzelte deutliche Gruppen von Bacillen, Bacterien und Coccus.	Stellenweise kleine Bacillengruppen; andere Formen nicht aufzufinden.
Versuchsfl. IV.		Derselbe Befund.	Keine Trübung.

Inficirt mit		Cohn'sche Nährflüssigkeit	Alkalischer Harn
Versuchsfl. I.	Nach der Abkühlung auf — 111° C.	Keine Trübung.	Nach 24 Stunden zahlreiche schöne lange Bacillen; n. 36 Stunden daneben Bacterien u. Coccus nach 48 Stunden die Bacillen zu Grunde gegangen.
Versuchsfl. I.		Keine Trübung.	Derselbe Befund.
Versuchsfl. II.		Keine Trübung.	An d. Oberfläche n. 24 St. reichliche Bacillenvegetationen.
Versuchsfl. II.		Spärliche Bacillen, Coccus und Bacterien.	Keine deutlichen Bacillen zu finden. Entwicklung von Bacterien u. Coccus.
Versuchsfl. III.		Derselbe Befund.	Derselbe Befund.
Versuchsfl. III.		Derselbe Befund.	Bacillenhäutchen an der Oberfläche, sonst rein.
Versuchsfl. IV.		Keine Trübung.	Derselbe Befund.
Versuchsfl. IV.		Keine Trübung.	Keine Trübung.

Diese Tabelle zeigt zunächst, dass die Cohn'sche Bacteriennährflüssigkeit (allerdings hauptsächlich für Culturen von *Bacterium termo* Duj. berechnet) für den Bacillus anthracis keinen geeigneten Nährboden abgibt. Besser eignet sich der von Pasteur empfohlene alkalisch gemachte Harn. Normaler, frisch gelassener Harn wird mit kohlensaurem Natron so lange versetzt, bis rothes Lackmuspapier beim Eintauchen eben eine leichte blaue Verfärbung zeigt. Es ist unbedingt nothwendig, den als Nährflüssigkeit zu verwendenden Harn zum Mindesten durch 7 Stunden zu kochen, weil er unendlich schwer zu sterilisiren ist. Ich habe mich überzeugt, dass nach sechsstündigem Kochen durchaus nicht immer alle im Harn enthaltenen Keime getödtet waren. Da diese schwer zu beseitigenden Keime durchwegs Sporen von Bacillen

sind, so entwickeln sich in solchem schlecht sterilisirten Harn ausschliesslich Bacillenvegetationen, welche mit den Culturen des Bacillus anthracis grosse Ähnlichkeit haben. Wenn es sich also darum handelt, Milzbrandbacillen in alkalischem Harn zu züchten, so kann man durch einen derartigen Versuchsfehler den gröbsten Täuschungen unterliegen.

In der Cohn'schen Nährlösung kamen sowohl vor als auch nach dem Gefrieren nur spärliche Milzbrandbacillen zur Entwicklung. Fast immer aber zeigten sich gleichzeitig Bacterien und kugelige Formen in grösserer oder geringerer Zahl. Die Keime dieser letzteren finden in der Cohn'schen Flüssigkeit offenbar den ungleich günstigeren Boden. Die Annahme, dass diese Keime bei der Manipulation des Inficirens, welche ein theilweises Lüften des Watteverschlusses erforderte, von aussen hineingelangt seien, glaube ich desshalb ausschliessen zu dürfen, weil die immer in genügender Anzahl vorhandenen Controlprobegläschen, in welche ein reines Glasröhrchen versenkt worden war, ohne Ausnahme klar blieben. Man muss also annehmen, dass in dem Milzbrandblute selbst schon wenige Stunden nach dem Tode des Thieres neben den Milzbrandbacillen auch Keime gewöhnlicher Fäulnissorganismen vorhanden sind.

Andere Resultate ergaben die Züchtungen in alkalischem Harn. Dieser scheint wieder dem Bacillus günstigere Lebensbedingungen darzubieten. Während in 7 Fällen ausschliesslich Bacillen zur Entwicklung kamen, zeigten nur drei Probegläschen von allem Anfang Vegetationen von Fäulnissorganismen. Zweimal folgte die Entwicklung von Fäulnissorganismen erst am zweiten Tage, nachdem in den ersten 24 Stunden Bacillus anthracis ausschliesslich gewuchert hatte. In zwei Fällen blieben die inficirten Gläschen klar.

Wiewohl von jenen Versuchsgläschen, welche mit den gefroren gewesenen Milzbrandsubstanzen inficirt wurden, eine grössere Zahl klar blieb, als von der Parallelreihe, so lässt sich doch, gerade was die Entwicklung von Bacillus anthracis betrifft, ein wesentlicher Unterschied in der Ankeimung und Vermehrung vor und nach dem Gefrieren nicht constatiren.

Dass die Resultate dieser Züchtungen an Exactheit weit hinter den mit der Koch'schen Kammer erzielten zurückstehen, hängt wohl damit zusammen, dass letztere der Entwicklung der Milzbrandbacillen überhaupt die denkbar günstigsten Chancen bietet.

In einigen dieser Culturversuche, bei welchen von Anfang an die verschiedensten Formen von Organismen auftraten, so dass es schwer war in dem bunten Gewirre einzelne Milzbrandstäbchen sicher als solche zu erkennen, suchte ich mich in der Art über ihre Anwesenheit zu orientiren, dass ich der getrübten Nährflüssigkeit einen Tropfen entnahm, und in der Koch'schen Kammer weiterzüchtete. Immer kam es hier neben gleichzeitiger Vermehrung der Fäulnissorganismen zur Entwicklung von langen Bacillenfäden und zuweilen auch zur Bildung von Dauersporen in denselben. Mit Sicherheit lässt sich jedoch nicht entscheiden, ob diese Bacillen auch immer Milzbrandbacillen waren.

Impfungen nach dem Gefrieren.

In gleicher Weise, wie vor Beginn des Versuches die Wirksamkeit der Milzbrandsubstanzen geprüft wurde, wurde auch unmittelbar nach dem Aufthauen der Versuchsflüssigkeiten eine Reihe von Kaninchen subcutan und in die Cornea geimpft.

Versuchsthier	Art der Impfung	Resultat	Anmerkung
Kaninchen	Subcutan ½ CC. der Versuchsfl. I.	Tod n. 29 Stunden.	Unmittelbar nach d. Tode keine Bacillen im Blute zu finden. 12 Stunden später haben sich in der feuchten Kammer reichliche Vegetationen gebildet.
„	Subcutan 1 CC. der Versuchsfl. I.	Tod n. 26 Stunden.	Keine Stäbchen im Blute, jedoch zahlreiche kleine glänzende Pünktchen. Mit dem Blute wurden Züchtungsversuche angestellt, die aber keine Bacillen ergaben.

Versuchsthier	Art der Impfung	Resultat	Anmerkung
Kaninchen	Subcutan ½ CC. der Versuchsfl. II.	Tod n. 49 Stunden.	Wie bei dem vorigen.
„	Subcutan 1 CC. der Versuchsfl. II.	Tod n. 47 Stunden.	Keine Stäbchen im Blute; alle Züchtungsversuche ergeben negatives Resultat.
„	Subcutan ½ CC. der Versuchsfl. III.	Tod n. 28 Stunden.	Wie bei dem vorigen.
„	Subcutan 1 CC. der Versuchsfl. III.	Tod n. 34 Stunden.	Unmittelbar nach d. Tode keine Stäbchen im Blute zu finden; 12 Stunden später sind in der feuchten Kammer einzelne Bacillen zur Entwicklung gekommen.
„	Subcutan 1 CC. der Versuchsfl. IV.	Tod n. 82 Stunden.	Blutbefund negativ, Züchtungen negat.
„	Subcutan 2 CC. der Versuchsfl. IV.	Tod n. 72 Stunden.	Wie bei dem vorigen.
„	Beide Corneae mit dem Impfstoff I.	N. 12 Stunden Entwicklung sternförmig. Figuren, grösstentheils aus kugeligen Formen gebildet hie und da ein Ausläufer aus Stäbchen bestehend.	
„	Beide Corneae mit dem Impfstoff II.	Nach 17 Stunden sternförm. Pilzfiguren; nur aus kugeligen Formen bestehend.	Die ausgeschnittene Cornea wird in der feuchten Kammer bei +38°C. weiter beobachtet. Es entwickelt sich nur Streptococcus, der über den Rand der Cornea herauswuchert; keine Bacillen.
„	Beide Corneae mit dem Impfstoff III.	Nach 20 Stunden ziemlich gut entwickelte Pilzfiguren, v. denen jederseits eine nur aus Stäbchen gebildet ist, die übrigen aus kugeligen Formen.	

Versuchsthier	Art der Impfung	Resultat	Anmerkung
Kaninchen	Beide Corneae mit dem Impfstoff IV.	Nach 21 Stunden Entwicklung v. kleinen Pilzfiguren aus bräunlichem Coccus bestehend.	Die ausgeschnittenen Hornhäute werden in kleine feuchte Kammern gebracht und einer Temperatur von 38°C. ausgesetzt. Die Pilzfiguren vergrössern sich, es wird aber nur Streptococcus gebildet; keine Bacillen.

Sämmtliche, mit den gefrorenen Milzbrandsubstanzen subcutan geimpften Thiere erlagen der Impfung, aber bei keinem einzigen wurden unmittelbar nach dem Tode Stäbchen im Blute gefunden. In zwei Fällen entwickelten sich 12 Stunden nach dem Tode in Blutproben, welche in der feuchten Kammer einer Temperatur von +38°C. ausgesetzt wurden, Bacillen; ein Beweis, dass in diesen beiden Fällen im Blute wenigstens Keime von Bacillen vorhanden gewesen sein müssen, in allen übrigen Fällen jedoch blieben alle mit der grössten Sorgfalt und vielfachen Modificationen angestellten Züchtungsversuche resultatlos. Bei den Impfungen, welche mit denselben Substanzen vor der Abkühlung vorgenommen wurden, war nur in einem einzigen Falle der Blutbefund durchaus negativ (Glycerinmischung) und nur einmal waren die Stäbchen nicht schon unmittelbar nach dem Tode im Blute oder in der Milz zu finden.

Die Impfungen in die Hornhaut ergaben ebenfalls von den Parallelversuchen abweichende Resultate. Nur einmal kam es zur Entwicklung jener charakteristischen, aus Stäbchen gebildeten Sternfiguren, wie sie sonst in der Regel nach Impfung mit Milzbrandblut entstehen.

Es scheint mir von Belang zu sein, dass dieses Resultat durch Impfung mit der sporenhaltigen Flüssigkeit III erzielt wurde, weil daraus hervorgeht, dass die Sporen von Bacillus wie gegen alle anderen Schädlichkeiten so

auch gegen die Kälte sich resistenter verhalten, als die homogenen Stäbchen. Bei den anderen Corneaimpfungen waren die Sternfiguren entweder ganz oder zum grössten Theile aus kugeligen Formen gebildet. Nur hie und da bestand ein Ausläufer eines Pilzsternes aus Stäbchen. Es mag sein, dass diese kugeligen Formen von jenen Keimen von Fäulnissorganismen stammten, welche, wie die Züchtungen gezeigt, in dem Milzbrandblut vorhanden gewesen sein müssen. Da zwischen den Impfungen vor dem Gefrieren und den nach dem Wiederaufthauen vorgenommenen, nur ein Zeitraum von circa 7 Stunden lag, die Versuchsflüssigkeiten sich während dieser Zeit aber in festgefrorenem Zustande befanden, so kann nicht angenommen werden, dass inzwischen die Fäulniss unter gleichzeitiger Vermehrung von Bacterien, Fortschritte gemacht haben könnte.

Aus diesen Impfversuchen scheint mir der Schluss zu ziehen gestattet, dass die Bacillen des Milzbrandblutes, nachdem sie längere Zeit einer ausserordentlich niedrigen Temperatur ausgesetzt waren, im lebenden Thierkörper sich nicht mehr mit der gewöhnlichen Leichtigkeit entwickeln können. Im lebenden Körper müssen diese Organismen das Nährmaterial, welches sie zu ihrem Wachsthum und ihrer Vermehrung brauchen, anderen lebenden Zellen erst abringen, und es ist leicht einzusehen, dass den Milzbrandbacillen, wenn sie auch durch die enorme Temperaturherabsetzung die Fähigkeit unter günstigen Bedingungen in geeigneten Nährsubstanzen üppig zu vegetiren und ihren Entwicklungsgang bis zum vollständigen Abschluss der Dauersporenbildung zu vollenden, nicht eingebüsst haben, doch unter Umständen, welche eine gesteigerte Lebensenergie zum „Kampf ums Dasein" voraussetzen, gerade jenes Plus von Vitalität verloren gegangen ist, welches sie sonst zu diesem Kampfe in so ausgezeichneter Weise befähigte.

Die Frage, ob jene Thiere, in deren Blut keine Bacillen zu finden waren, wirklich an Impfmilzbrand zu Grunde gegangen sind, oder einem der Septicaemie ähnlichen Processe, vielleicht auch der Wirkung eines Blutfermentes (Al. Schmidt, Arm. Koehler) erlegen sind, scheint mir für die Bedeutung der vorliegenden Versuche ganz irrelevant.

Ich begnüge mich vorläufig damit, einfach die Thatsache constatirt zu haben, dass die überwiegende Mehrzahl [1] der mit den gefroren gewesenen Versuchsflüssigkeiten geimpften Thiere unter ganz ähnlichen Erscheinungen, wie sie sonst bei Impfmilzbrand vorkommen, verendeten, und dass die genaueste Untersuchung in dem Blute derselben weder Bacillen, noch deren Keime nachweisen konnte, gedenke aber demnächst an anderem Orte unter Zugrundelegung eines umfangreichen Versuchsmaterials diese Frage eingehend zu erörtern.

---

[1] In zwei Fällen lag ja doch zweifellos Milzbrand vor.

Untersuchungen über die mechanischen Leistungen der acinösen Drüsen.

Von **S. Stricker** und dem Assistenten Dr. **A. Spina.**

(Mit 3 Holzschnitten.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Juli 1879.)

Die Lehre von der Drüsensecretion wird nunmehr seit nahezu vier Decennien von einer unerwiesenen Theorie beherrscht. Die Nerven — so lautet die Theorie — des Besonderen für die Speicheldrüsen — regen in den Drüsen eine Diffusion an; es diffundiren Flüssigkeiten aus den Blut- und Lymphbahnen durch die Drüsenzellen in die Drüsenräume und gelangen von da als Speichel an die Oberfläche.

Es wird zweckmässig sein, diese Theorie in zwei Theile zu zerlegen. Der eine Theil sagt aus: „Die Drüsenleistung ist der Effect einer Diffusion.“ Der zweite Theil lautet: „Diffusion wird in den Drüsenzellen durch besondere Drüsennerven angeregt.“

Fassen wir zunächst den ersten Theil ins Auge und bezeichnen wir ihn der Kürze wegen als Diffusionshypothese. Diese eine Hypothese steht nicht selbstständig da; um sie überhaupt plausibel zu machen, müssen ihr noch einige andere Hypothesen vorausgeschickt werden.

Durch die fundamentalen Entdeckungen von Carl Ludwig[1] wissen wir, dass die Unterkieferdrüse des Hundes im Verlaufe des Nervenreizes ihr Secret noch bei einem Drucke von circa 200 Mm. Hg. hervorzustossen vermag; dass ferner solche Drüsen im Laufe von wenigen Minuten Mengen produciren können, die

---

[1] Neue Zusätze über die Beihilfe der Nerven zur Speichelabsonderung. Zeitschrift für rationelle Medicin. Neue Folge, I, 1851.

das Drüsenvolumen übertreffen. Soll nun die Secretionsflüssigkeit thatsächlich durch Diffusion in die Drüsenräume gelangen, so müsste zunächst die Annahme gemacht werden, dass der Secretionsreiz in der Drüse Stoffe erzeugt, welche die Diffusion bedingen. Wären diese Stoffe schon vor der Reizung da gewesen, so wäre nicht einzusehen, warum die Secretion erst mit der Reizung beginne. Wir sehen also, die Diffusionshypothese zwingt uns noch zu der Annahme, dass der Reiz Stoffe in den Zellen schafft, welche die Flüssigkeit anziehen. In der That hat Hering[1] auf solche Ideen hin Experimente über die Natur der Stoffe angestellt, welche in den Drüsen erzeugt werden.

Ferner müsste angenommen werden, dass die Diffusion in den Drüsen mit einer Geschwindigkeit verlaufe, wie sie bis jetzt noch bei keinerlei Diffusionsversuchen angetroffen wurde. Nach Hering's Untersuchungen pflegt das Secret schon 1·5 Secunden nach Beginn der Reizung hervorzutreten. Ein von uns angestellter Versuch hat ergeben, dass die Glandula submaxillaris eines Hundes in vier Minuten eine Speichelmenge secernirte, welche dem Volumen der Drüse gleich kam.

Wie immer aber auch die innere Oberfläche eines Körpers durch complicirte Scheidewandsysteme vergrössert sein mag, dafür liegt bis jetzt noch kein Beispiel vor, dass solche Körper in wenigen Minuten Flüssigkeitsmengen liefern, die das Volumen des ganzen Apparats um ein Mehrfaches übertreffen und damit in der kurzen Zeit Drücke bis zu 200 Mm. Hg. überwinden. Die physikalischen Experimente über Diffusion lehren vielmehr, dass die Diffusionsströme im Vergleiche zu den Leistungen der Drüsen überaus langsam verlaufen.

Nun können wohl Vorgänge, welche das physikalische Experiment nicht nachzuweisen vermag, in dem belebten Körper immerhin vorkommen. Es gehört aber sicherlich nicht zu den Vorzügen einer Hypothese, wenn sie Annahmen vorausschicken muss, welchen die Controls-Experimente geradezu widersprechen. Eine solche Hypothese würde, wenn sie uns als die einzig zulässige

---

[1] Über die Ursache des hohen Absonderungsdruckes in der Glandula submaxillaris. Sitzb. der Wiener Akademie. Band 66, 1872.

erscheinen würde, immer noch auf lockerem Boden ruhen. Die Hypothese, dass die Strömung und die Drücke in der Drüse durch Diffusion aufgebracht werden, ist aber die einzig mögliche nicht. Es ist noch eine andere brauchbare Hypothese vorhanden, welche von den Forschern mit einer gewissen Consequenz bei Seite gelassen wurde. Es ist das die Hypothese, dass die Strömung des Secrets und die Secretionsdrücke durch contractile Gebilde oder, allgemein gesagt, durch eine Bewegung von Drüsentheilen zu Stande kommen.

Carl Ludwig[1] hat die Möglichkeit von der Existenz contractiler Gebilde wohl, wenn auch flüchtig, in Betracht gezogen, fügte aber die Bemerkung an, dass die glatten Muskelfasern, welche Kölliker an den Gängen der Drüse entdeckt habe, sich auf Reizung nicht contrahirt hätten, und es liesse sich daher von der Entdeckung der Muskelfasern für die Secretionstheorie kein Gebrauch machen. Diese Argumentation scheint uns jedoch nicht ausreichend zu sein. Wenn glatte Muskelfasern vorhanden sind, dann ist es von geringem Gewicht, dass ihre Zuckungen nicht nachweisbar waren. Die Bemerkung, mit der Carl Ludwig der Kölliker'schen Entdeckung aus dem Wege geht, wäre nur dann berechtigt gewesen, wenn er hätte zeigen können, dass die entdeckten Gebilde keine Muskelfasern sind.

Wenn er dies aber vermocht hätte, wenn irgend Jemand in der Lage gewesen wäre, zu zeigen, dass die von Kölliker für Muskelfasern gehaltenen Gebilde nicht Muskelzellen sind, so wäre noch immer kein Grund vorhanden, die Annahme, dass die Ströme und Drücke in der Drüse nicht durch contractile Gebilde aufgebracht werden, abzuweisen. Man denke nur an den Streit über die Arteriencontraction vor Entdeckung der Muskelfasern, man denke ferner an die Zahl der Anhänger, welche die Annahme von der Contractilität der Capillaren bereits gefunden, trotzdem man keine Muskelfasern an ihnen entdeckt hat, und man wird zugeben, dass die anatomische Frage: ob Muskelfasern in den Drüsen existiren, ob nicht, für die ganze Theorie von geringer Bedeutung ist. Die Frage geht nur überhaupt dahin,

[1] L. c.

ob in der Drüse etwas contractil sei; ob es Muskelfasern oder Grundmembranen sind, die sich contrahiren, ist ganz irrelevant. Und, merkwürdig genug, Ascherson[1] hatte schon 1840 eine Contractilität von Drüsenacinis an der Schwimmhaut des Frosches erkannt und ausgesagt, dass sie von Zeit zu Zeit sich fast bis zur Berührung ihrer Wände zusammenziehen und ihren Inhalt ausstossen. Auch hat Johannes Müller[2] sich des Fundes sofort angenommen und bemerkt, dass für jene Drüsen, in welchen keine Muskelfasern nachgewiesen sind, „die Beobachtung von Ascherson über spontane Bewegungen an den Hautdrüsen der Frösche besondere Beachtung verdient."

Die Forscher auf dem Gebiete der Secretionstheorie haben aber gleichsam unter der Wucht der Carl Ludwig'schen Entdeckungen die wichtigen Erfahrungen Ascherson's unbeachtet gelassen, ja selbst Hering,[3] der auf die Contractilität der Drüsenacini neuerdings durch Engelmann aufmerksam gemacht worden war und dessen Publication in vielen Stücken rühmt, lässt diesen Theil der Engelmann'schen Arbeit unberührt und beschäftigt sich neuerdings mit Versuchen über Diffusion und Quellung, um die Erscheinungen an der Drüse zu erklären.

Die hier vorausgeschickte Kritik lässt wohl noch einen Einwand zu.

Es könnte nämlich gesagt werden, dass man mit der Annahme einer Contraction der Drüsenacini doch nicht ausreiche, dass, wenn eine Speicheldrüse mehr Flüssigkeit secernire, als ihr eigenes Volumen beträgt, sie diese Flüssigkeit doch durch irgend einen Process aus der Umgebung herbeigeschafft haben müsse. Für diesen Process sei eben die Hypothese von der Diffusion aufgenommen worden. Wenn dies aber nothwendig ist, dann sei es einfacher, den ganzen Act aus der einen Hypothese zu erklären, als zu der einen noch die andere Hypothese von der Contraction der Acini hinzuzufügen. Ascherson, könnte man noch einwenden, habe doch nur eine Contractilität der Acini in der Schwimmhaut des Frosches beobachtet, ob sich aber die Acini der Glandula submaxillaris des Hundes contrahiren, wisse man nicht.

---

[1] Über die Hautdrüsen der Frösche. Müller's Archiv. 1840.

[2] Lehrbuch der Physiologie.

[3] L. c.

Es ist aber wohl zu bedenken, dass, wenn eine Contraction von Acinis in einem Organ erwiesen ist, man eine gleiche Contraction in anderen analogen Organen von vorneherein nicht auszuschliessen vermag. Muss man sie aber einmal in Betracht ziehen, dann knüpfen sich daran mannigfache Möglichkeiten, welche die Annahme der Diffusion überhaupt entbehrlich machen.

Wir wollen hier nicht Speculationen einführen über die Art, wie man sich dies hätte denken können. Wir werden eine solche Möglichkeit durch die Beobachtung erweisen und damit am besten erhärten, dass die Hypothese von der Diffusion nicht die einzig zulässige war.

Wir kommen nun zu dem zweiten Theile der eingangs erwähnten Theorie, und wollen diesen Theil der Kürze wegen als Drüsennervenhypothese bezeichnen. Diese Hypothese sagt aus, dass es Nerven gibt, welche in den Drüsenzellen endigen und eben diese Zellen zu ihren Leistungen anregen sollen.

Nachdem Carl Ludwig die Entdeckung gemacht hatte, dass Reizung des Ramus lingualis vor Abgang des Drüsenastes die Secretion anrege, und dass der Speichel selbst nach Unterbindung der Venen oder Decapitation des Thieres aus dem Ausführungsgange hervorgetrieben werde, hält man die Existenz von Drüsennerven für sicher erwiesen.

Dennoch aber ist es leicht ersichtlich, dass Carl Ludwig's Argumente auch bezüglich der Drüsennerven immer noch discutirbar blieben.

Wenn die Acini contractil wären, so könnte der Speichel, der nach Unterbindung der Venen oder Enthauptung des Thieres in Folge der Nervenreizung floss, durch Contractionen ausgepresst worden sein. Der Versuch von Carl Ludwig bewies also, strenge genommen nur, dass es Nerven geben müsse, welche die Drüsen beeinflussen; ob diese Beeinflussung eine Zusammenziehung contractiler Gebilde oder eine Leistung der Drüsenzellen zur Folge habe, blieb unentschieden. Das Beweisverfahren von Carl Ludwig musste mit Rücksicht auf diese Betrachtung vollends erschüttert erscheinen, als Claude Bernard zeigte, dass die Reizung der Drüsennerven, nämlich der Chorda tympani, Speichelsecretion und beschleunigten Blutfluss durch die Drüse zugleich

bewirke. Nunmehr war es wohl denkbar, dass die Chorda einerseits Gefässnerven, Vasodilatatoren, und andererseits Nerven der contractilen Gebilde enthalte. Es war denkbar, dass die Secretion nur durch den Blutstrom und dessen Wirkung auf die Zellen, die Auspressung des Secretes aber durch die contractilen Gebilde erfolge.

In der That hat auch Claude Bernard betont, man solle den so wichtigen Lehrsatz von der Existenz der Drüsennerven nicht eher in die Physiologie aufnehmen, bis nicht seine Richtigkeit vollkommen bewiesen sei.

Das gleiche Urtheil müssen wir über die Beweiskraft fällen, welche der späteren Entdeckung von Claude Bernard [1] und J. Czermak [2] für die Existenz von Drüsennerven zugeschrieben wurde, der Entdeckung nämlich, dass Reizung des Sympathicus die Speichelsecretion anrege, ohne den Kreislauf in dem früher gedachten Sinne zu ändern.

Wenn man den Sympathicus allein reizt, so fliesst allerdings Speichel aus dem Ausführungsgange ab, aber nur in geringer Menge. Diejenigen, welche sich von der Existenz der Drüsennerven ohnehin für überzeugt hielten, konnten diesen Umstand dahin deuten, dass der Sympathicus wohl Drüsennerven enthalte, aber die Gefässe nicht erweitere, sondern wie Max v. Frei [3] unter Carl Ludwig's Leitung gezeigt hat, sogar verengere; wenn nun die Drüse nicht mehr vom Blut gespeist wird, so kann sie selbstverständlich nicht mehr die grossen Mengen von Speichel aufbringen.

Aber die Erscheinungen während der Sympathicusreizung lassen sich noch anders deuten. Auch der Sympathicus könnte Nerven enthalten, welche die contractilen Gebilde anregen und sie veranlassen, das Contentum der Drüsenacini auszustossen.

Später hat Heidenhain [4] den Beweis angestrengt, dass Drüsennerven und Gefässnerven dennoch gesondert sein müssen.

---

[1] Leçons sur la physiologie du système nerveux. 1858.

[2] Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XXV.

[3] Über die Wirkungsweise der erschlaffenden Gefässnerven. Arbeiten aus der physiolog. Anstalt zu Leipzig. XI. 1876.

[4] Über die Einwirkung einiger Gifte auf die Nerven der Glandula submaxill. Pflüger's Archiv, V. 1872.

Nachdem nämlich Keuchel[1] gefunden hatte, dass nach Einspritzung von Atropin Chordareizung keine Speichelsecretion hervorrufe, fand Heidenhain, dass man durch Atropineinspritzung von der Chorda aus wohl keine Drüsensecretion, aber noch Gefässerweiterung erzielen kann. Dass aber das Atropin wirklich auf Drüsennerven der Chorda gewirkt habe, schien Heidenhain daraus hervorzugehen, dass die Secretion durch Sympathicusreizung noch nach Atropin anzuregen war.

In einer analogen Richtung bewegt sich die Argumentirung von Gianuzzi,[2] welcher in die Drüsenräume kohlensaures Natron eingespritzt und dann gezeigt hat, dass Chordareizung keine Secretion, wohl aber beschleunigten Blutfluss durch die Drüse und später Ödem derselben bedinge.

Von den Argumenten Gianuzzi's und auch von den Entgegnungen, welche Heidenhain gegen dieses Experiment aufgebracht hat, wollen wir indessen absehen, denn jene beweisen im günstigsten Falle nur, dass die Drüsen nach Einspritzung mit kohlensaurem Natron nicht secerniren; ob, weil man die Drüsennerven oder Drüsenzellen abgetödtet hat, geht aus ihnen nicht hervor.

Aber auch der Atropinversuch lässt noch einen Einwand zu.

Wir werden zwar später zeigen, wie werthvoll thatsächlich dieser Versuch für die Frage nach der Existenz von Drüsennerven ist. Bis zu dem Punkte aber, bis zu welchem ihn Heidenhain gefördert hat, war seine Beweiskraft immer noch discutirbar.

Zunächst war es denkbar, dass das Atropin die Drüsenzellen lähme, und dass die Chordareizung desswegen unwirksam werde, weil die Zellen durch den Blutstrom nicht mehr auzuregen sind.

Der Sympathicus könnte ferner mit einem besonderen Abschnitt der Drüse in Verbindung stehen, der gegen Atropin weniger empfindlich ist. Hat doch Bermann[3] in neuer Zeit behauptet, dass die Glandula submaxillaris des Hundes und Kaninchens thatsächlich zweierlei Drüsen enthalte, eine tubulöse und eine

---

[1] Das Atropin und die Hemmungsnerven. Dorpat 1868.

[2] Von den Folgen des beschleunigten Blutstromes auf die Absonderung. Berichte der königl. sächs. Gesellschaft zu Leipzig. 1865.

[3] Über tubulöse Drüsen in den Speicheldrüsen. Würzburg 1878.

acinöse. Der Sympathicus könnte eine derselben, eben die, welche gegen Atropin unempfindlich ist, versorgen.

Von der anderen Seite muss mit Rücksicht auf die Hypothese von der Contractilität der Drüsenacini in Betracht gezogen werden, dass das Atropin die contractilen Gebilde der Drüse oder die Nerven derselben, insoweit sie in der Chorda verlaufen, lähmen könnte, während die Nerven des Sympathicus dem Atropin grösseren Widerstand leisten. Wir bedienen uns dieses Arguments besonders desshalb, da Langley [1] unter Kühne's Leitung gezeigt hat, dass bei grösseren Dosen von Atropin auch die Reizung des Sympathicus unwirksam wird.

In jüngster Zeit hat Heidenhain [2] neuerdings wichtige Versuche ausgeführt, aus welchen er die Existenz von Drüsennerven erschliesst. Heidenhain thut dies auf Grundlage der Beobachtung, dass der Gehalt des Speichels an organischen und unorganischen Bestandtheilen mit der Änderung der Reizstärke sich ändere. Nach starker Reizung enthalte der Speichel mehr, nach schwacher hingegen weniger feste Substanzen. Da aber, argumentirt Heidenhain, im ersten Falle die Secretionsgeschwindigkeit vermehrt, im zweiten Falle vermindert ist; da ein grösserer Gehalt des Secrets an festen Bestandtheilen einen länger dauernden Contact des Blutplasmas mit den Drüsenzellen, ein schwächerer Gehalt aber einen kürzer dauernden Contact voraussetzen liesse, sei die Existenz von Drüsennerven anzunehmen. Die Art ihrer Wirkung sei aber unbekannt; denn, sagt Heidenhain, „die Art, wie die secretorischen Vorgänge ablaufen, auf ihre Ursachen zurückzuführen, könne bisher als nicht geglückt angesehen werden".

Wir wollen den inneren Bau dieser Argumentation nicht näher prüfen, da es ja scheint, dass Heidenhain selbst von ihr nicht ganz befriedigt war. Auch geben wir zu, dass diese Erscheinung durch keine der damals herrschend gewesenen Hypothesen zu erklären sei. Wohl aber, dächten wir, war sie durch eine nicht herrschende Hypothese zu erklären.

---

[1] Zur Physiologie der Speichelabsonderung. Untersuchungen aus dem physiolog. Institut der Universität in Heidelberg. Band I, Heft IV, 1878.

[2] Über secretorische und trophische Drüsennerven. Pflüger's Archiv, XVII. 1878.

Ja es scheint uns, dass die Ergebnisse dieser neuen Untersuchungen an und für sich geeignet wären, die Vermuthung, dass sich die Acini durch Contractionen entleeren, geradezu aufzudrängen. Denn es ist leicht ersichtlich, dass ein starker Reiz eine energische Contraction der Acini und, wie wir es später thatsächlich zeigen werden, eine vollkommene Entleerung der Acini bewirken kann, bei welcher Massen ausgepresst werden müssen, welche mit den Zellen in unmittelbarer Berührung waren. Ebenso einleuchtend ist, dass eine geringere Reizung eine weniger intensive Contraction, eine unvollkommene Entleerung der Acini zu Wege bringe und Massen zu Tage fördern müsse, welche nicht unmittelbar mit den Zellen in Contact waren.

Der Beweis für die Existenz von Secretionsnerven ist auch durch die mikroskopische Untersuchung angestrebt worden.

Dass in niederen Thierformen Drüsennerven existiren, das heisst, dass einzelne Drüsenzellen mit Nervenfädchen im Zusammenhange stehen, ist für niedrigstehende Thiere (Arthropoden) von Kupffer [1] nachgewiesen worden.

Über die Existenz von Drüsennerven in Wirbelthieren, des Besonderen, ob in den Speichelzellen Nervenenden nachweisbar sind, darüber sind die Meinungen noch getheilt.

Pflüger [2] hält seine Meinung, diesen Nachweis geführt zu haben, nach wie vor aufrecht.

In neuerer Zeit schlossen sich den Angaben Pflüger's, Paladino [3] und Todaro [4] an.

Untersuchungen.

A. Vorgänge an den Drüsen der Nickhaut und der Schwimmhaut des Frosches.

Wenn man die Nickhaut eines Frühjahrs-Exemplares von *Rana temporaria* oder *Rana esculenta* auf einem mit Staniol-

[1] Das Verhältniss der Drüsennerven zu Drüsenzellen. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IX.

[2] Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. II, V.

[3] Bulletino dell' associazione dei naturalisti. Napoli 1871.

[4] Sulla struttura dei plessi nervosi. 1872.

elektroden versehenen Objectträger derart ausbreitet, dass die Enden der Nickhaut beiderseits auf dem Staniol liegen, so kann man, vorausgesetzt, dass die Nickhaut normal, beim Ausschneiden nicht misshandelt und überdies in Kammerwasser präparirt wird, durch Tetanisirung mit mässig starken Strömen [1] sehr leicht gewisse Veränderungen an den Drüsen wahrnehmen.

Bevor wir jedoch von diesen Veränderungen sprechen, müssen wir auf den Zustand der Drüsen vor der Reizung eingehen. Die Nickhaut besitzt, wie hinreichend bekannt ist, eine Anzahl einfach gebauter Drüsen. Jede Drüse besitzt einen Acinus mit je einem Ausführungsgange, ist somit näherungsweise wie eine Flasche oder wie ein Kochkolben der Chemiker gebaut. Der Ausführungsgang führt von der Oberfläche bald senkrecht, bald schräge in die Tiefe und geht dann von langgestreckten, spindelförmigen Zellen begleitet, in den erweiterten Körper der Drüse über.

Am Körper der Drüse lässt sich eine äussere Membran und eine innere zellige Auskleidung unterscheiden.

Die die Zelltapete zusammensetzenden Zellen sind gegen einander nicht scharf abgegrenzt. Dieselben präsentiren sich ferner in mannigfachen Dimensionen, und von diesem Wechsel ihrer Grösse hängt der Wechsel der äusseren Erscheinung, des Besonderen aber die wechselnden Dimensionen des Drüsenraumes ab. Daher kommt es, dass, wenn man eine Nickhaut durchsucht, man Drüsen findet, in denen kein Lumen vorhanden ist, andere wieder, in deren Innerem die Grenze des den Drüsenraum umspannenden Epithels überaus scharf gezeichnet ist.

Aber selbst in den Drüsen, welche einen Innenraum erkennen lassen, ist die Grösse desselben ausserordentlichen Schwankungen unterworfen; bald erscheint er sehr gross und im Gefolge dessen der Zellensaum auf eine schmale Zone reducirt, bald ist wieder der Drüsenraum verkleinert und dafür die auskleidenden Drüsenzellen gegen das Centrum des Drüsenraumes verlängert,

---

[1] Unser Reizapparat war derart angeordnet, dass ein frisch angefertigtes Froschschenkelpräparat bei einer Rollendistanz von 25—30 Ctm. deutlich zuckte. Unter mässig starken Strömen, verstehen wir Ströme bei einem Rollenabstande von 10—8 Ctm.

respective der Zellensaum verdickt. Dass in den Nickhautdrüsen solche Schwankungen in den Dimensionen des Drüsenraumes und den auskleidenden Zellen vorkommen, ist von Engelmann [1] und, nach den Abbildungen zu schliessen, auch von Eberth [2] beobachtet worden.

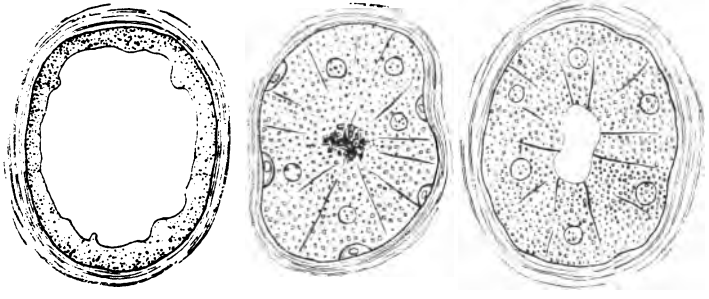
Rücksichten auf die weitere Darstellung erheischen es, diese wechselnden Zustände der Drüse durch besondere Termini zu bezeichnen, doch fällt es aus Gründen, die erst später ersichtlich gemacht werden können, schwer, Ausdrücke zu finden, welche den anatomischen und functionellen Erscheinungen gleich gut Genüge leisten könnten.

Wir glauben daher, vorläufig am besten zu thun, wenn wir blos die Form zur Grundlage der Nomenclatur machen, und den Zustand der Drüse, in welchem der Epithelsaum auf das Äusserste verkleinert, der Drüsenraum auf das Äusserste vergrössert ist, den ringförmigen Zustand der Drüsenzellen nennen.

Wir beziehen uns dabei auf das Aussehen des grössten optischen Durchschnittes, auf welchem die zellige Auskleidung wie ein schmaler, der Membrana propria nach Innen anliegender Saum oder Ring erscheint.

Andererseits soll der Zustand der Zellen, wenn sie das Lumen füllen, als der pfropfartige Zustand bezeichnet werden. Fig. 1 soll den ringförmigen, Fig. 2 den pfropfartigen Zustand, Fig. 3 eine Mittellage versinnlichen, wobei erwähnt werden mag, dass es zwischen Fig. 1 und 2 viele Übergänge gibt, und Fig. 3 eben nur eine von den Phasen darstellt. Die Formen von Fig. 1 sind in frischen

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.



[1] Die Hautdrüsen des Frosches. Pflüger's Archiv. V. 1872.

[2] Unters. der normalen und patholog. Froschhaut. Leipzig 1869.

Nickhäuten die selteneren, man findet in der Regel einzelne Drüsen nach dem Modelle Fig. 2 und die Meisten in den verschiedenen Zwischenphasen.

Beobachtet man nun eine solche in einer Zwischenphase befindliche Drüse, am besten eine mit einem ziemlich grossen Drüsenraume und tetanisirt sie während der Beobachtung, so sieht man Folgendes:

Der äussere Contour des Drüsenkörpers ändert sich; während er früher relativ glattrandig war, bekommt er Buchten, gleichsam, wie wenn die Drüse mit Bändern eingeschnürt werden würde.

Man kann dieser Änderung mit den Augen folgen und dabei beobachten, dass der Drüsenraum durch das Buchtigwerden der äusseren Contouren verkleinert [1] wird.

Überdies geht an den Zellen noch eine andere merkwürdige Veränderung vor sich. Mit dem Einbrechen des Stromes oder nach einer Latenz von wenigen Secunden fangen die Zellen an sich zu vergrössern, schieben dabei ihre inneren freien Säume gegen das Innere des Drüsenraumes vor, und diese Bewegung dauert bei entsprechend starken Strömen so lange an, bis das Drüsenlumen vollkommen geschwunden ist, und die Zellen den pfropfartigen Zustand erreicht haben.

Während sich die Zellen vorschieben, pflegt die Einschrumpfung der äusseren Contouren noch weitere Fortschritte zu machen, und der ganze Drüsenkörper gleicht auf dem Maximum der beschriebenen Veränderung einem soliden, eingeschrumpften Körperchen.

Mit der Vergrösserung der Zelle tritt oft auch eine Vergrösserung ihrer Kerne ein.

Gleichzeitig wird das Lumen des Ausführungsganges weiter, und zwar im ganzen Verlaufe desselben, und es tritt aus ihm ein Tröpfchen des Secrets hervor.

Ein Fliessen des Secrets im Ausführungsgange ist nicht zu beobachten.

Aus diesem Zustande der äussersten Einschrumpfung der Contouren und Erfüllung des Drüsenraumes kehrt die Drüse allmälig in ihre frühere Lage zurück; die eingeschrumpften

[1] Diese Veränderungen wurden schon von Engelmann (l. c.) beschrieben.

Aussencontouren gleichen sich wieder vollkommen aus, im Inneren der Drüse erscheint wieder ein Raum, der Raum wird immer grösser, bis endlich eine Phase erreicht ist, die der Phase in Fig. 1 mehr oder weniger nahe steht.

Bei dieser Rückkehr verkleinern sich die Zellen und oft auch ihre Kerne wieder, aber sie kehren nur selten in der ganzen Circumferenz gleichmässig auf ihre frühere Lage zurück. So kommt es, dass das Lumen der Drüse nicht mehr ganz so gross wird, wie es früher war, und dass es überdies durch das ungleiche Hervorragen der Zellen zumeist uneben begrenzt wird. Die Rückkehr in die frühere Lage erfolgt überdies nur, wenn die tetanisirenden Ströme nicht über eine gewisse Intensität und über eine gewisse Zeitdauer angewendet werden.

Wird ferner die Nickhaut mit eben wirksamen oder etwas stärkeren Strömen nur durch wenige Schliessungs- und Öffnungsschläge gereizt, so bleiben häufig die Veränderungen des äusseren Drüsencontours aus, nicht aber die Bewegung der Drüsenzellen. Diese Bewegung tritt bei Reizung der genannten Art nicht immer in der ganzen Circumferenz der Drüse, also nicht bei allen Zellen auf, und sie ist auch nicht so gross, wie bei intensiveren Reizen, hingegen tritt häufiger die Rückkehr auf den Ausgangspunkt ein. Ein solcher Versuch mit eben wirksamen Strömen kann auch in Zeiträumen von wenigen Minuten öfters wiederholt werden. In der Regel ereignet es sich dann, dass nur diejenigen Zellen, welche auf den ersten Reiz reagirten, auch die darauf folgenden Reizungen beantworten, während Zellen, auf welche die erste Reizung keinen merklichen Einfluss ausübte, sich auch den späteren Reizen gegenüber träge verhalten.

B. Die Einwirkung der Nerven auf die Schwimmhaut des lebenden Frosches.

Für die Untersuchung der Schwimmhautdrüsen eignen sich *Ranae temporariae* viel besser, als *Ranae esculentae*. Indessen lassen sich die Erscheinungen auch an der letzteren Froschart, wenn auch nicht so schön, wahrnehmen, wenn man jugendliche, wenig pigmentirte, und, soweit es thunlich ist, frisch eingefangene oder gut

conservirte Exemplare auswählt. Richtet man nun die Schwimmhaut eines solchen Frosches in geeigneter Weise für die mikroskopische Untersuchung zu [1] und beobachtet sie mit schwächeren Immersionslinsen, bei etwa 300—500facher Linsenvergrösserung, so kann man sich zunächst davon überzeugen, dass auch die Drüsen der Schwimmhaut dieselbe Einfachheit des Baues und dieselbe Variation in der Anordnung der Zellen aufweisen. [2] Doch muss hier über die Versuchsweise das Folgende bemerkt werden. Die Veränderungen an der Drüse der Schwimmhaut erfolgen am curarisirten Frosche nicht so prompt, wie am nicht curarisirten. Es ist daher des Besonderen, was die reflectorischen Vorgänge betrifft, am nicht curarisirten Frosche zu arbeiten. Das ist aber mit gewissen Schwierigkeiten verbunden. Reizt man den Nervus ischiadicus direct oder auf reflectorischem Wege, so zuckt der betreffende Schenkel, die eingestellte Drüse verschiebt sich, und es gehört Gewandtheit dazu, um in solchen Fällen die grosse Objectplatte, welche für die bequeme Lagerung des Frosches nothwendig ist, rasch genug zu bewegen.

Es empfiehlt sich daher jedenfalls mit Beobachtungen an curarisirten Fröschen zu beginnen und dann erst, nachdem man die Erscheinungen kennen gelernt hat, die Beobachtungen am nicht curarisirten Thiere mit etwas schwächeren Vergrösserungen auszuführen, da dabei die Erhaltung des Gesichtsfeldes wesentlich erleichtert wird.

B_1. Beobachtungen am curarisirten Frosche.

Indem wir schon bemerkt haben, dass das Curare die Leistungen der Schwimmhautdrüsen beeinträchtigt, so ist damit auch auf die mannigfachen Vorsichtsmassregeln hingewiesen worden, welche ergriffen werden müssen, wenn der Versuch gelingen soll.

---

[1] Wir legen den Frosch in ein Froschkästchen, packen ihn mit feuchtem Filtrirpapier so ein, dass er in seinen Bewegungen sehr beengt wird, und spannen den durch ein Loch des Kästchens hervorgezogenen Schenkel durch Annadeln der Zehen an einen Korkring.

[2] Die sogenannten Körnerdrüsen wurden nicht in diese Untersuchungen einbezogen.

Durch zu starke Curarisirungen werden die Drüsennerven vollkommen gelähmt. Nun ist aber bekannt, dass die Frösche je nach den verschiedenen Jahreszeiten, je nach der Art, wie sie conservirt worden sind, sich gegen das Curare verschieden verhalten. Wir glauben daher keine bessere Vorsichtsmassregel angeben zu können, als, man nehme, wo möglich, frisch eingefangene oder gut conservirte Frühjahrs- oder Sommerfrösche, curarisire sehr leicht und beginne mit der Arbeit, sobald der Frosch die Fähigkeit verloren hat, sich selbstständig von der Rückenlage in die Bauchlage zu werfen. Alsdann präparire man den Frosch in geeigneter Weise, um die Schwimmhaut mit einer immergirten Linse (etwa Hartnack Nr. 8) untersuchen zu können. Dann präparire man den Ischiadicus, schneide ihn durch und bringe ihn mit geeigneter Vorsicht auf die Elektroden.

Es ist nun unschwer all die oben an der ausgeschnittenen Nickhaut geschilderten Vorgänge auch an den Drüsen der Schwimmhaut nach Reizung des Nervus ischiadicus ablaufen zu sehen. Zum Beweise dessen mögen die folgenden Versuchsprotocolle dienen:

I. Protocoll.

Am 25. Mai 1879, *Rana temporaria*, Weibchen, mittelgross, Tags vorher gefangen. Um 2 Uhr, 45 Minuten Injection von 2 Tropfen einer schwach weingelben Curarelösung in den Lymphsack. Bei einer Rollendistanz von 30 Ctm. zuckt ein eben angefertigtes Froschschenkelpräparat. Um 3 Uhr Präparirung und Armirung des durchgeschnittenen linken Nervus ischiadicus mit Elektroden und Fixation des Thieres auf dem Objectträger. 3 Uhr, 5 Minuten: Nach Reizung bei einem Rollenabstande von 20 Ctm. leichte Bewegung der fixirten Extremität. Die Drüsenzellen sind zum Theile ring-, zum Theile pfropfförmig, die meisten in Mittellagen. Blutkreislauf im vollen Gange.

Es wird eine Drüse in der Mittellage eingestellt.

1. 3^h 6^m Reizung bei einem Rollenabstande von 20 Ctm.
   Die Extremität zuckt ganz leicht, die Drüse wird aus dem Gesichtsfelde gerückt, stellt sich aber nach Ablauf der Zuckung wieder ein. Sie zeigt keine Veränderung.

2. 3^h 9^m Reizung bei einem Rollenabstande von 10 Ctm.
   Alles wie vorher.
3. 3^h 11^m Reizung bei einem Rollenabstande von 9 Ctm.
   Die Drüse verschiebt sich etwas, bleibt aber in Sicht. Der äussere Contour schwach, aber merklich eingekerbt, die Zellen vergrössern sich um ein Bedeutendes, indem sie in ein förmliches Fliessen gerathen. Die Einkerbungen am äusseren Contour werden tiefer, der Drüsenraum ist verschwunden. Öffnung des Stromes. (Die Reizung dauerte 4 Secunden.) Bald darauf wird ein kleiner Drüsenraum sichtbar.
4. 3^h 12^m Die Zellen sind deutlich kleiner geworden. Die Einkerbungen des äusseren Contours sind seichter. Ein Drüsenraum von dreieckiger Form wird sichtbar.
5. 3^h 13^m Die Zellen und der Drüsenraum sind nunmehr fast so gross, wie vor der Reizung. Der äussere Contour glatt.
6. 3^h 14^m Die Zellen haben abermals an Grösse abgenommen. Der äussere Contour glatt wie früher.
7. 3^h 15^m Die Zellentapete bildet auf dem grössten optischen Querschnitte einen die Membrana propria an Dicke wenig übertreffenden Saum. Der äussere Contour glatt. Drüsenraum sehr gross.
8. 3^h 16^m Reizung bei einem Rollenabstande von 9 Ctm.
   Tiefe Einkerbungen des äusseren Contours. Fliessen der Zellen, aber nur an einem Abschnitte der Drüse, sonst nur mässige Zellvergrösserung. An einer Stelle bleiben die Zellen unverändert. Der Drüsenraum zum Theile erhalten. Der Zustand bleibt stationär. Die Reizung wird fortgesetzt und der Rollenabstand verkleinert.
9. 3^h 16^m 30^s Reizung bei einem Rollenabstande von 7 Ctm.
   Die früher unverändert gebliebenen Zellen vergrössern sich, die Einkerbungen werden tiefer, der Drüsenraum ist von den Zellen erfüllt. Unterbrechung der Reizung.

10. 3^h 50^m Reizung der wieder ringförmigen gewordenen Drüse bei einem Rollenabstande von 9 Ctm.

Keine merkliche Veränderung. Es wird weiter gereizt.

11. Bei geschlossenem Strome wird der Rollenabstand bis auf 2 Ctm. verkleinert.

Eine kaum merkliche Verschiebung der Drüse im Sehfelde. Starke Einkerbung des Aussencontours, rasches Fliessen der Zellen, vollständiges Verschwinden des Drüsenraumes. Unterbrechung des Stromes. Reizdauer im Ganzen 10 Secunden.

12. 3^h 57^m Die Drüse ist wieder schmal ringförmig.

Reizung bei zusammengeschobenen Rollen. Keine Veränderung der Drüse.

Auch andere Drüsen derselben Schwimmhaut ändern sich nicht mehr auf Reizung. Die Drüsen sind ringförmig, die der anderen Extremität gleichfalls ringförmig und vom Nerven aus nicht zu erregen. Der Versuch wird aufgegeben.

II. Protocoll.

Am 26. Mai. *Rana esculenta*, Männchen, klein, pigmentarm, seit zwei Tagen in der Gefangenschaft. Um 10^h 27^m Injection von 4 Tropfen weingelber Curarelösung. 10^h 43^m Präparation und Armirung des linken Nerv. isch. Fast alle Drüsen ringförmig. Reizung des Nerven bei 10 Ctm. Rollenabstand hat keine Bewegung der Extremität zur Folge. Es wird eine schmal-ringförmige Drüse eingestellt.

1. 10^h 45^m Reizung bei einem Rollenabstande von 8 Ctm.

Die Extremität zuckt nicht. Die Drüse zeigt nur schwache Einkerbungen des äusseren Contours. Keine Zellenvergrösserung. Es wird weiter gereizt.

2. Langsame Verminderung des Rollenabstandes bei geschlossenem Strome. Sobald die Rolle auf 3 Ctm. genähert wurde, tiefe Einkerbungen am äusseren Contour, hierauf starkes Fliessen der Zellen. Verschwinden des Drüsenraumes. Öffnen des Stromes. Dauer der Reizung 6 Secunden.

3. 10^h 49^m Die Drüsenzellen bilden einen schmalen Ring, der äussere Contour ist glatt.

4. Der Strom wird bei einem Rollenabstande von 20 Ctm. geschlossen und der letztere langsam vermindert.

Schon bei einem Abstande von 6 Ctm. tiefe Einkerbungen am äusseren Contour, dann Vergrösserung aller Zellen und Verschwinden des Drüsenraumes. Öffnen des Stromes. Reizdauer 6 Secunden.

5. 10^h 58^m Die Drüsenzellen bilden einen dicken Ring. Der äussere Contour glatt, Drüsenraum mässig gross.

6. Der Strom wird geschlossen, die Rolle langsam zusammengeschoben; bei einem Rollenabstande von 8 Ctm. Einkerbungen am äusseren Contour, Vergrösserung aller Zellen, kein Drüsenraum zu sehen. Es wird weiter gereizt.

7. 10^h 59^m Während der Reizung hat die Drüse die Ringform angenommen. Es wird weiter gereizt.

8. 10^h 59^m 30^s Der Rollenabstand auf 6 Ctm. verringert.

Der schmale Zellring verdickt sich zusehends, nachdem zuvor Einkerbungen am Aussencontour entstanden waren. Der Strom wird geöffnet.

9. 11_h 30^m Reizung der ringförmig gewordenen Drüse bei einem Rollenabstande von 6 Ctm.

Einkerbung des Aussencontours. Keine Verdickung des schmalen Zellsaumes.

10. 11^h 32^m Reizung bei zusammengeschobenen Rollen.

Tiefe Einkerbungen am Aussencontour, so dass sich die gegenüberliegenden Drüsenwände fast berühren. Keine Zellvergrösserung.

11^h 40^m Andere Drüsen derselben Schwimmhaut zumeist unerregbar. Einige kerben sich nur leicht ein. Der Versuch wird aufgegeben.

Aus den hier mitgetheilten Protocollen und aus anderen Beobachtungen geht hervor:

1. Die Vergiftung mit Curare hat Verschmälerung des Zellensaumes zur Folge.

2. Nach Reizung des Nerv. ischiadicus kerbt sich zuerst der Aussencontour ein, dann vergrössern sich die Drüsenzellen. Die Vergrösserung der Zellen erfolgt bald langsamer, bald schneller, oft so rapid, dass die Zellen in ein förmliches Fliessen gerathen.

3. Je öfter eine Drüse gereizt wird, oder je stärker die Curarisirung ist, desto mangelhafter gelangt die Zellenvergrösserung zum Ausdruck. In der Regel verlieren die Zellen die Fähigkeit, grösser zu werden, früher, als die Drüse die Fähigkeit sich einzukerben.

4. Das Drüsenepithel im ringförmigen Zustande reagirt schwerer als Zellen, welche sich in einer Mittellage befinden. Dasselbe gilt auch für den Fall, als das Epithel nicht in seiner ganzen Ausdehnung, sondern nur stellenweise ringförmig ist. In diesem Falle reagirt eben nur der ringförmige Antheil schlecht, während die anderen Zellen sich prompt verändern.

Ein einmal durch Reizung pfropfförmig gewordenes Epithel ist bald nach seiner Rückkehr von diesem Zustande durch einen schwächeren Strom von Neuem zu erregen, als es vor der ersten Reizung der Fall war.

5. Je stärker der Reiz, desto schneller und ausgesprochener laufen die sub 2 angeführten Veränderungen ab. Oft erreicht hiebei die Drüse die Pfropfform nicht in einer Flucht, sondern in zwei, durch ein kleines Zeitintervall getrennte Tempi.

6. Continuirliche Reizung mit stärkeren Strömen hindert die Drüse nicht, aus dem pfropfförmigen Zustande in die Ringform zurückzukehren.

7. Zeigt sich eine Nervenstrecke nach längerer Reizung unwirksam, so genügt eine Verschiebung der Elektroden, um die Drüse wieder zur Reaction zu bringen.

8. Continuirliche Reizung mit Strömen, die nicht ausreichen, um die Drüsenbewegung sofort einzuleiten, können es immerhin noch nach einiger Zeit (10—20 Secunden) thun.

B_2. Beobachtungen am nicht curarisirten Frosche.

Richtet man ein nicht curarisirtes, frisches Exemplar von *Rana temporaria* so her, dass man die Schwimmhautdrüsen bei mässig starken Vergrösserungen (am besten bei Hartnack Nr. 5)

beobachten kann; so gelingt es leicht, sich davon zu überzeugen, dass auch ohne Anwendung irgend eines Reizes die Drüsen bald Einkerbungen ihres äusseren Contours, bald Vergrösserung der Zellen an irgend einem Theile des Zellringes aufweisen, oder bald beide Veränderungen gleichzeitig durchmachen. In der Regel erfolgen diese Veränderungen sehr rasch, sind aber im Vergleiche zu denen nach Nervenreizung erzielten, viel weniger ausgesprochen.

Überdies sei hier bemerkt, dass nicht immer an jenem Theile der Drüsenperipherie, an der eine Einkerbung erfolgte, auch die Vergrösserung der Zellen eintritt. Genug oft treten beide Veränderungen getrennt an verschiedenen Stellen des Drüsenacinus auf.

In sehr prompter Weise reagiren die Drüsen auch auf reflectorisch wirkende Reize. Insoweit es die Contraction der äusseren Umgrenzung betrifft, war diese Thatsache schon Ascherson und Engelmann [1] bekannt. Wir haben neu hinzuzufügen, dass die Reflexe nicht nur eine Zuckung des Acinus, sondern auch eine Vergrösserung der Zellen, also ein Überführen in die Mittellagen oder selbst in den pfropfförmigen Zustand zur Folge haben können. Es muss hier bemerkt werden, dass am nicht curarisirten Thiere die Drüsen zuweilen so empfindlich sind, dass die mechanische Reizung, welche sich an die Präparation knüpft, schon hinreicht, um die Drüsen zu verändern. Man findet daher schon unmittelbar nach Beendigung der Präparation die Drüsen häufig contrahirt, die Zellen vergrössert. In diesem Falle thut man gut, so lange zu warten, bis die äusseren Einschnürungen ausgeglichen und die Drüsenräume eine bestimmte Grösse erreicht haben. Wendet man jetzt seine Aufmerksamkeit einer Drüse zu und hantirt mit dem Objectträger derart, dass man sie trotz der Bewegung des Schenkels nicht aus den Augen verliert, so gelingt es leicht, sich davon zu überzeugen, dass die Drüsen schon auf leichte Erregungen der Schenkelhaut reagiren.

Beobachtet man ein solches Thier längere Zeit, so gewahrt man nicht selten, dass sich an einzelne Abwehrbewegungen der Extremität gleichfalls Drüsenzuckung und Zellvergrösserung knüpfen, gleichsam als wenn mit den Impulsen zu den willkürlichen Muskeln auch Impulse zu den Drüsen gelangen würden.

---

[1] L. c.

Wir sagen gleichsam, denn diese Deutung ist nicht die einzig mögliche; es könnte wohl sein, dass die Drüsenzuckung eine Folge des mechanischen Reizes ist, welchen die fixirenden Nadeln auf das Gewebe üben, so oft der Schenkel gezerrt wird.

B_3. Beobachtungen an der Schwimmhaut der amputirten Extremität.

Wird einem Frosche eine hintere Extremität amputirt und auf der Objectplatte rasch fixirt, so erscheinen die Acini mit Kerben versehen und die Lumina derselben mit den pfropfförmig gewordenen Zellen ausgefüllt. Nach einer kurzen Zeit werden die Lumina sichtbar, die Zellen formiren Ringe und die äusseren Contouren werden glatt.

Lenkt man seine Aufmerksamkeit auf eine der ringförmig gewordenen Drüsen, so gelingt es zuweilen auch jetzt noch, an ihr spontan eintretende Veränderungen, wie Bildung von Kerben und Vergrösserung von Zellen zu beobachten.

Diese Vorgänge können wenn auch im geringen Grade noch mehrere Stunden nach der Ausschneidung beobachtet werden.

Wird dann der Nervus ischiadicus präparirt und gereizt, so wird man derselben raschen und intensiven Veränderungen an den Drüsen gewahr, wie sie früher nach Nervenreizung beschrieben worden sind. Die Reizungen können bei einiger Vorsicht des Öfteren wiederholt werden.

Diese Beobachtungen lehren also, dass die beschriebene Innervation nicht unbedingt an das Vorhandensein des Blutkreislaufes geknüpft ist.

Bevor wir weiter daran gehen, unsere Beobachtungen eingehender zu discutiren, wollen wir die Frage beantworten, welcher Grund denn für die Annahme vorhanden ist, dass die sichtbaren Vorgänge in der Froschhaut ihr Analogon in anderen Schleim- und Speicheldrüsen und vor Allem in der Glandula submaxillaris des Hundes finden, auf deren Untersuchung sich die Theorie am meisten gestützt hat.

C. Analogien zwischen den Drüsen der Froschhaut und der Glandula submaxillaris des Hundes.

1. Die erste Grundlage zur Analogisirung bildet die Form. Wir sind eben geneigt, Bestandtheile der lebenden Körper, welche eine gleiche Form, eine gleiche Anordnung analoger Formbestandtheile zeigen, auch in functioneller Hinsicht für analog zu halten. Eine solche Induction bildet ja die Grundlage der vergleichenden Anatomie. Wir sind demgemäss von vorneherein geneigt, die Erfahrungen, die wir am einzelnen Acinus der Froschhautdrüse gemacht, auf die einzelnen Acini der Glandula submaxillaris des Hundes zu übertragen.

2. Das zweite Moment bildet die Analogie der Function, zumal ja da wie dort zähe Flüssigkeiten secernirt werden.

3. Einen dritten Anhaltspunkt bietet uns die Innervation. Die Drüsenacini stossen ihr Secret auf Reizung des Nerv. ischiadicus aus, die Acini der Gland. submaxillaris auf Reizung der Chorda tympani. Da wie dort kann die Reizung eine directe oder reflectorische sein.

4. Ein viertes Moment bietet uns die Übereinstimmung, welche beide Drüsenarten in ihrem Verhalten zu Atropin zeigen. Wir haben der Entdeckung Keuchel's und Heidenhain's schon in der Einleitung erwähnt. Wir brauchen kaum hinzuzufügen, dass wir die Wirkung des Atropins auf die Drüsennerven der Chorda tympani des Hundes geprüft und gleich vielen anderen Forschern bestätigt haben. Wenn man nun den atropinisirten Frosch untersucht, so findet man analoge Beziehungen dieses Giftes zu Drüsennervenfasern des Ischiadicus. Doch haben wir hier eines merkwürdigen Umstandes zu erwähnen, in welchem wir jene Ergänzung zu dem Beweisverfahren Heidenhain's zu finden glauben, von welchem früher die Rede war. Wir wollen uns bei der Beschreibung dieses Umstandes auf das folgende Protocoll stützen.

III. Protocoll.

Am 3. Mai 1879. Um 2 Uhr p. m. werden einer pigmentarmen *Rana esculenta*, einem kleinen Exemplar, 0·8 CC. einer 5% Atropinlösung unter den Lymphsack und 0·8 CC. derselben Lösung unter die Haut des rechten Unterschenkels gespritzt.

Eine Stunde später wird der Ischiadicus rechts präparirt und die Schwimmhaut der rechten Extremität zur Untersuchung vorbereitet.

3^h 5^m Die Drüsen zumeist in Mittellagen.

3^h 10^m Die Drüsenzellen bilden sehr schmale Ringe.

3^h 11^m Reizung des Ischiadicus bei zusammengeschobenen Rollen. Die Drüsen verändern sich nicht.

Die untersuchte Schwimmhaut wird ausgeschnitten und am Objectträger mit Staniolelektroden gereizt. Es treten an der eingestellten Drüse Einkerbungen am äusseren Contour und Vergrösserung der Zellen ein.

3^h 45^m Es wird die Nickhaut ausgeschnitten und auf dem Elektrodenobjectträger untersucht. Die Mehrzahl der Drüsen ist schmal ringförmig, die anderen in Zwischenlagen. Nach Reizung treten Einkerbung und Zellvergrösserung auf.

Dieser Versuch ergibt, dass zwar das Atropin die Wirksamkeit der Drüsennervenfasern des Nervus ischiadicus geändert hat, dass von diesen Fasern aus mit unseren Reizen keine Verkleinerung des Drüsenlumens bewirkt werden konnte, dass aber die Reizbarkeit der Drüsenzellen und der Drüsenacini in toto erhalten war. Denn wenn man, nachdem man sich von der Unwirksamkeit der Nervenfasern überzeugt hat, die Schwimm- oder Nickhaut ausschneidet und direct reizt, kann man die Veränderungen der Drüsen beobachten. Sie reagiren auf die entsprechenden Inductionsströme fast so prompt, wie Drüsen nicht vergifteter Thiere.

Sucht man die Nickhautdrüsen eines atropinisirten Thieres ab, so findet man die Drüsenzellen zumeist ringförmig, die Drüsenlumina gross. Dieser Umstand spricht also wohl dafür, dass die Drüsen vor dem Ausschneiden nicht gearbeitet haben und dem mechanischen Reize doch nicht so zugängig sind, wie nicht atropinisirte Drüsen.

Wendet man aber die entsprechend starken Ströme an, so contrahiren sich die Acini, und die Zellen werden pfropfförmig.

Es scheint also, dass das Atropin thatsächlich nur die Nerven der Drüsenzellen lähmt, die Drüsenzellen selbst aber nicht, oder nur in geringem Grade beeinträchtigt. Diese Erfahrung

ist demnach geeignet, die Beweiskraft des Atropinversuches wesentlich zu erhöhen.

5. Eine fernere Analogie liegt in der Wirkung des Strychnins.

Bevor wir noch gemeinschaftlich an der Arbeit waren, hatte Einer von uns[1] (Spina) die Beobachtung gemacht, dass *Ranae esculentae*, die durch Strychnin vergiftet, eine lebhafte Hautsecretion wahrnehmen lassen.

Hält man die Bauchseite eines strychnisirten Frosches, nachdem man seine Haut mit einem Tuche gut abgetrocknet hatte, gegen das Licht, so wird man während der Krampfanfälle gewahr, dass auf der Hautoberfläche kleine Tropfen des Hautsecrets auftauchen. Diese werden immer grösser und confluiren endlich zu einer continuirlichen Secretschicht.

Um diese Zeit sind die Krämpfe zumeist schon abgelaufen. Dennoch aber wird die Haut immer nässer, bis sie, wie dies in einigen Fällen beobachtet werden konnte, förmlich zu triefen anfängt.

Das Secret ist anfänglich klebrig und wird später dünnflüssiger.

Eine darauf gerichtete Untersuchung an der Schwimmhaut des Frosches hatte ergeben, dass die Drüsen der Froschschwimmhaut in Folge der Einwirkung des Strychnins sich so verändern, wie es früher als Folge der Ischiadicusreizung beschrieben worden ist.

Gestützt auf diese Erfahrungen haben wir den Versuch auch an einem schwach curarisirten Hunde ausgeführt, und es ergab sich, dass dieses Gift eine mächtige Speichelsecretion anregt.

---

[1] Angeregt von den wichtigen Problemen, welche in der Secretionstheorie noch zu lösen sind, habe ich vor einem Jahre den Herrn Stud. Freud aufgefordert, die Arbeit aufzunehmen. Wir haben uns mehrere Monate hindurch vergeblich bemüht, am Hunde jenen Beweis für die Existenz von Drüsennerven aufzufinden, der mir wünschenswerth erschien. Inzwischen hat Dr. Spina angefangen selbstständig an den Drüsen des Frosches zu arbeiten. Nachdem ich und Herr Freud übereingekommen waren, die Versuche als erfolglos aufzugeben, wendete ich mich mit grösserem Eifer an die Versuche, welche Herr Dr. Spina inzwischen erfolgreich weiter geführt hatte. Da die Hauptzüge dieser Untersuchungen aus gemeinschaftlicher Arbeit entstanden sind, haben wir uns dafür entschieden, gemeinschaftlich zu publiciren.

6. Endlich haben wir ein sehr interessantes analoges Verhalten gegenüber dem Nicotin gefunden. Die Ideen, welche uns zur Anwendung des Nicotins führten, waren die folgenden:

Das Nicotin wirkt, wie Rosenthal [1] gezeigt hat, nicht nur auf das centrale Nervensystem, sondern auch auf die peripheren Enden desselben. Das Strychnin hingegen wirkt nur auf die Centra. Wir haben nun, diesen Angaben entsprechend, den folgenden Versuch ausgeführt.

IV. Protocoll.

Am 9. Mai 1879. Ein mittelgrosser Hund wird schwach curarisirt. Speichelgänge der beiden Glandulae submaxillares werden mit Cantülen versehen, hierauf wird links die Chorda präparirt, auf Elektroden gelegt und in die Drüsenvene eine Cantüle eingebunden. Rechts wird sowohl die Chorda als der Sympathicus durchschnitten und die Vena cruralis präparirt.

Die Menge des secernirten Speichels, sowie die des aus der Drüsenvene fliessenden Blutes wird durch das Abzählen der von 10 zu 10 Secunden aus den betreffenden Cantülen hervorgetriebenen Tropfen gemessen.

Zeit	Rechts Chorda und Sympathicus durchschnitten		Links	Besondere Bemerkungen
	Blut	Speichel	Speichel	
2h 30m 10s	5	1	—	
„ „ 20	9	—	—	
„ „ 30	9	1	—	
„ „ 40	3	—	—	
„ „ 50	6	—	—	
„ 31 —	5	1	—	Injection von 0·8 CC, einer
„ „ 10	4	—	—	½% Strychninlösung in
„ „ 20	4	—	—	die Vena cruralis.
„ „ 30	5	—	—	

[1] Centralblatt für medic. Wissenschaften. 1863, Nr. 47.

Zeit	Rechts Chorda und Sympathicus durchschnitten		Links	Besondere Bemerkungen
	Blut	Speichel	Speichel	
2h 31m 40s	4	—	--	
„ „ 50	6	1	—	
„ 32 —	6	—	—	
„ „ 10		—	3	
„ „ 20		—	8	
„ „ 30		—	4	Das Thier bekommt mässige Krämpfe.
„ „ 40		—	1	
„ „ 50		—	4	
„ 33 —		—	4	
„ „ 10		1	3	
„ „ 20		—	2	
„ „ 30		—	3	
„ „ 40		—	3	
„ „ 50		—	3	
„ 34 —		1	3	
„ „ 10		—	3	
„ „ 20	17	—	4	
„ „ 30	20	—	1	
„ „ 40	13	—	1	
„ „ 50	13	—	2	
„ 35 —	12	—	1	
„ „ 10	13	—	1	
„ „ 20	12	—	—	
„ „ 30	10	—	—	
„ „ 40	10	—	—	
„ „ 50	12	—	1	Injection von 0·4 reinen Nicotins in die Vena cruralis.
„ 36 —	16	—	2	
„ „ 10	24	1	3	
„ „ 20		5	4	
„ „ 30		7	2	
„ „ 40		6	1	
„ „ 50		5	—	
„ 37 —		4	—	
„ „ 10		3	—	
„ „ 20		2	—	
„ „ 30		1	—	

Das Blut fliesst im Strome

Der ganze Versuch ist so elegant, dass man ihn als Schulversuch empfehlen kann. Nach der Einspritzung des Strychnins fing der Speichel an auf jener Seite zu fliessen, auf welcher die Chorda erhalten war, während aus der anderen Cantile fast kein Speichel hervorfloss. Nach der Einverleibung des Nicotins aber, begann der Speichel auf Seite der durchschnittenen Chorda zu fliessen, während die Drüse auf der anderen Seite auch zur Secretion angeregt wurde, später aber, wahrscheinlich aus Ermüdung, die Secretion einstellte.

Das Nicotin wirkt in derselben Weise auch auf die Drüsen der Froschschwimmhaut. Werden an einem Frosche alle zu einer der hinteren Extremitäten ziehenden Nerven hoch oben durchschnitten und dann Nicotin in den Lymphsack eingespritzt, so treten nach 2—3 Minuten all die oben beschriebenen Veränderungen der Drüsen ein.

Wir haben nun der Analogien genug aufgezählt, und diese berechtigen uns sicherlich zu der Aussage, dass die Glandula submaxillaris des Hundes wahrscheinlich in analoger Weise secernire, wie die Acini der Froschhaut.

Wenn ein Mineraloge ein Mineral fände, welches der Form und dem Gefüge nach mit einem ihm bekannten Mineral übereinstimmt, wenn er dann eine Reihe von chemischen Reactionen ausführt, und diese Reactionen wieder so ausfallen, wie an dem ihm bekannten Mineral, so nimmt er keinen Anstand, das gefundene Mineral zu bestimmen und es mit dem bekannten Muster für gleichwerthig zu halten. Näherungsweise so liegt es in unserem Falle. Die Form, das Gefüge, die Innervation und eine Reihe von chemischen Reactionen, die Reaction mit Atropin, Strychnin und Nicotin zeigen eine Übereinstimmung zwischen der Glandula submaxillaris und den Acinis der Froschhaut. Wir sind also sicherlich zu der Annahme berechtigt, dass die Glandula submaxillaris wahrscheinlich in analoger Weise functionire wie die Acini der Froschhaut. Wir sagen wahrscheinlich, weil solche Inductionen auch trügen können. Es ist immerhin auch denkbar, wenn auch wenig wahrscheinlich, dass die Vorgänge in der Glandula submaxillaris denn doch ganz andere sind, und dass hier die Innervation dennoch etwas ganz Anderes bewirke, wie eine sichtbare Bewegung der Formelemente. Wir halten es

auch für fruchtlos, diese Möglichkeit durch die Speculation auszuschliessen. Hier muss die Beobachtung Klarheit bringen, und es ist nicht ganz aussichtslos, die Untersuchungen in dieser Richtung weiter zu führen. Eine einschlägige Beobachtung liegt von Kühne und Lea [1] vor.

Kühne und Lea erwähnen, dass die Drüsenschläuche des Pankreas, welche im Ruhezustande der Drüse glatt contourirt sind, nach Nervenreizung und zur Zeit der Verdauung sich einkerben.

Wir selbst haben den Versuch gemacht, zerzupfte Stückchen der Glandula submaxillaris des Hundes zu tetanisiren, und wenngleich unsere Versuche bis jetzt erfolglos waren, so glauben wir doch, dass es an geeigneten Thieren und unter vollkommeneren Methoden gelingen könnte, sich über die Vorgänge in den Acinis Aufklärung zu verschaffen. Wir haben erfahren, dass an solchen Zupfpräparaten die Zellen sehr gross und die Drüsenlumina als kleine Lückchen oder gar nicht zu sehen sind. In diesem Zustande hatte elektrische Reizung keine Änderung der Acini zur Folge.

Ähnliche Verhältnisse lassen sich aber auch an den Drüsen einer mechanisch misshandelten Nickhaut constatiren. Auch hier sind die Drüsen, selbst auf starke Ströme hin, zu keiner Reaction zu bringen.

D. Discussion der Versuchsergebnisse.

Wir haben an den einbeerigen Drüsen der Froschhaut zweierlei Erscheinungen wahrgenommen. *a)* Eine Einschnürung des äusseren Contours und *b)* eine Vergrösserung der Zellen.

1. Ziehen wir erst die Einschnürung in Betracht. Die Frage, ob diese Leistung durch Muskelfasern aufgebracht wird, können wir nicht beantworten. Wohl sind Muskelfasern an den Schwimmhautdrüsen von Leydig, [2] Ciaccio, [3] Eberth [4] und Engel-

[1] Wir citiren dieselbe nach dem Jahresberichte von Schwalbe und Hofmann, da uns die entsprechende Publication im Original nicht zugänglich war.

[2] Histologie, 1857.

[3] Interno alla minuta fabbrica della pelle della *Rana esculenta.* Palermo 1867.

[4] L. c.

mann[1] beschrieben, für Nickhautdrüsen aber von Eberth[2] bestritten worden.

Nun haben wir des Besonderen an Nickhautdrüsen Bilder gesehen, ähnlich denen, aus welchen die genannten Forscher die Existenz von Muskelfasern erschlossen haben. Aber die Bilder schienen uns nicht beweisend genug, um diese Schlüsse zu rechtfertigen, und wir sind aus früher angegebenen Gründen auf eine genauere anatomische Untersuchung nicht eingegangen.

Ob hier Muskelfasern vorhanden sind, oder ob die Contraction durch andere Formelemente bedingt wird, ist ja für unsere Betrachtung vorläufig ganz irrelevant. Die Contraction ist vorhanden, die kann man sehen, und das reicht für die functionelle Seite der Frage aus.

2. Von viel grösserem Belange erscheint die zweite Erscheinung, nämlich die Vergrösserung der Zellen.

Die erste Frage, welche wir hier zu beantworten haben, ist die nach den nächsten Ursachen der Zellvergrösserung.

Es könnte behauptet werden, dass die Zellvergrösserung nicht eine unmittelbare Folge der Innervation sei.

Durch die Innervation, könnte man sagen, werde ein chemischer Process eingeleitet. Die dadurch geschaffenen Producte leiten einen Diffusionsstrom ein, und in Folge des Diffusionsstromes quellen die Zellen auf. In der That hat auch Engelmann eine Vergrösserung der Zellen in den Nickhautdrüsen, die auf Einwirkung von Ammoniak und anderen Agentien sichtbar wurde, als eine Quellung bezeichnet.

Da wir diese Beobachtung citiren, wollen wir sofort noch einmal präcisiren, dass sich unser Fund von der Beobachtung Engelmann's wesentlich unterscheidet. Wir haben gefunden, dass die Zellen auf Nervenreiz grösser werden und nach dem Ablauf des Reizes auf ihre früheren Dimensionen zurückkehren, während Engelmann nur gesehen hat, dass die Zellen nach Zusatz von Agentien grösser werden. Ob die von Engelmann beobachtete Vergrösserung mit der von uns beobachteten etwas gemein hat, können wir, da bei ihm die Reagentien direct auf die Drüsenzellen gewirkt haben, nicht entscheiden. Aus der Beobach-

[1] L. c. [2] L. c.

tung Engelmann's liess sich aber nicht schliessen, und er hat auch nicht geschlossen, dass die Vergrösserung ein vitaler Vorgang sei. Zu diesem Schlusse glauben wir uns aber berechtigt, weil wir all das als Lebenserscheinung auffassen, was sich an einem Organ in Folge von Nervenreiz verändert. Wir dürfen dies des Besonderen dann, wenn die Verdänerung nach Aufhören des Reizes wieder rückgängig wird.

Kehren wir zur Discusion zurück. Man könnte sagen, das Vitale an dem Vorgange sei die Schaffung von chemischen Producten, die Producte bedingen die Diffusion, die Diffusion eine Quellung der Zellen, die, wenn der Nervenreiz vorüber ist, durch eine Contraction der Zellen zum Schwinden gebracht wird.

Wir haben, um uns über diese Angelegenheit ein Urtheil zu bilden, die Drüsenacini unter starken Vergrösserungen (800 linear) untersucht und bei dieser Vergrösserung die Veränderungen in den Zellen studirt. Es hat sich nun ergeben, dass mit dem Einbrechen der Ströme das innere Gefüge der Zelle sich zu ändern beginnt.

Es ist durch die Beobachtungen Heidenhain's [1] bekannt geworden, dass das Drüsenepithel des Pankreas eine eigenthümliche Zeichnung erkennen lässt, eine Zeichnung, auf welche hin Heidenhain die Vermuthung aussprach, dass es sich hier um röhrenförmige Anordnungen handle. Eine ähnliche Zeichnung kann man auch an den Hautdrüsenzellen wahrnehmen. Die Zellen zeigen nämlich eine Reihe dunkler Streifen, die in der Regel gegen das Centrum des Drüsenraumes, also radiär gerichtet sind. Diese Regel wird aber durch häufige Ausnahmen unterbrochen. Die Streifung ist oft der Oberfläche des Acinus parallel gerichtet und zeigt zuweilen auch andere unregelmässige Anordnungen. Zwischen den dunklen Streifen sieht man helle Streifen, und es dürfte dem Gesammteindrucke entsprechen, wenn wir sagen, dass die Zellen aus einer helleren Substanz bestehen, in welcher eine Anzahl dunklerer Fädchen oder Stäbchen eingebettet liegt.

Sieht man die Zellen der Nickhautdrüsen mit stärkeren Vergrösserungen näher an, so erhält man den Eindruck, dass die dunkleren Streifen und die helleren Zwischensubstanzen unmittelbar in einander übergehen, und dass die Unterschiede in der

[1] Beiträge zur Kenntniss des Pancreas. Pflüger's Archiv X, 1875.

Helligkeit nur durch eine Verschiedenheit der Körnung zu Stande kommen. Wir wollen diese Angelegenheit hier nicht endgiltig discutiren, wir schildern die Verhältnisse hier nur nach dem Gesichtseindrucke und stellen es Jedermann frei, zu behaupten, dass der Gesichtseindruck täusche, und die Zellen dennoch aus Röhrchen bestehen.

Wenn man nun den tetanisirenden Strom auf die Drüse wirken lässt, so ändern diese dunklen Streifen ihre gegenseitige Lage; die ganze innere Zeichnung ändert sich, oder, wie man es noch besser ausdrücken kann, der Zellleib geräth in Bewegung. Wo immer man auch irgend eine feinere Zeichnung ins Auge fasst, so kann man bemerken, dass mit dem Einbrechen des Stromes die Zeichnung sich sofort ändert, die dunklen Streifen werden dicker oder auch dünner, sie entfernen oder nähern sich gegenseitig, sie werden in Stücke zerrissen, während andererseits neue Streifen auftauchen.

Überblickt man die ganze Zelle, ohne gerade einen Theil der inneren Zeichnung näher in das Auge zu fassen, so sieht man, dass die ganze Masse in ein Fliessen geräth, die Zellen schieben sich vor, bis der Acinus gefüllt ist.

Die Bewegung erstreckt sich auch auf den Kern der Zelle. Der Kern vergrössert sich, so etwa, wie es bei Zellen der Fall ist, die durch einen Zusatz von Flüssigkeiten zum Quellen gebracht werden.

Diese Beobachtungen nun schliessen die Behauptung, dass die Vergrösserung der Zellen die Folge einer Diffusion sei, zwar nicht ganz aus, aber sie machen sie doch sehr unwahrscheinlich.

Dass sich Bestandtheile der Organismen auf Nervenreize hin prompt bewegen, ist uns bekannt, und daher ist uns auch die Vorstellung geläufig, dass die eben geschilderten Bewegungen im Zellleibe eine unmittelbare Folge der Innervation sei. Dass aber durch den Nerven eine Diffusion angeregt werde, und dass diese Diffusion mit solcher Geschwindigkeit eingeleitet und ihre mechanischen Effecte so rasch im gesammten Zellleibe sichtbar sein sollten, ist nach Allem, was wir über die Diffusion wissen, nicht wahrscheinlich. Was aber die directen Beziehungen der Innervation zu der Zellvergrösserung noch wahrscheinlicher macht, ist die folgende Beobachtung.

Fasst man die innere Zeichnung der ruhenden Zelle scharf ins Auge, so sieht man, dass sich diese Zeichnung allmälig, wenn auch äusserst langsam, ändert.

Die beschriebenen Bewegungen im Innern des Zellleibes sind analog den Bewegungen, die man in gewissen Zellen, zum Beispiele in den grobgranulirten, farblosen Blutkörperchen, im Kerngerüste jugendlicher Zellen und überhaupt unter Umständen beobachten kann, bei welchen eine Diffusion von Aussen gar nicht in Betracht kommt. Was sollte uns also veranlassen, eine Bewegung, von deren Typen wir wissen, dass sie unabhängig von der Diffusion als eine Folge der inneren vitalen Processe ablaufen, eine Bewegung, welche durch den Nervenreiz nur verstärkt wird, welche sich unmittelbar an den Nervenreiz knüpft, anders aufzufassen, als eine Folge vitaler Processe, die eben durch den Nervenreiz hervorgerufen worden sind?

Dass den vitalen Processen jedenfalls Chemismus zu Grunde liegt, dass ferner den geänderten chemischen Verhältnissen in der Zelle Diffusionsströme folgen, können wir bei unserer Betrachtung ganz ausser Acht lassen. Denn es kommt hier nicht darauf an, zu erklären, wie die Zellbewegungen zu Stande kommen und was ihnen für Processe zu Grunde liegen, sondern lediglich darauf, ob die Bewegung das primäre und die Einsaugung der Flüssigkeit, die sich ja nothwendig an eine Zellvergrösserung knüpft, secundär, also eine Folge der Bewegung der Zelle sei, oder ob das Umgekehrte stattfindet, dass die Flüssigkeiten eindringen und den Zellleib secundär in Bewegung setzen.

Unsere Versuche lehren also, dass der zweite Theil der Alternative unwahrscheinlich sei, und dass wir annehmen müssen, die Drüsenzellen gerathen durch den Nervenreiz in Bewegung und die Vergrösserung der Zellen sei eine Folge dieser Bewegung.

Es wird gewiss Physiologen geben, welche sich mit diesem Gedanken nicht leicht werden befreunden können. Wir sind eben zu sehr an die Vorstellung gewöhnt, dass der Nervenreiz in den beweglichen Gebilden eine Verkleinerung zu Stande bringen müsse und dieser Vorstellung entsprechend, bezeichnet man alle beweglichen Bestandtheile der Organismen contractil, das heisst verkleinerungsfähig. Man bezeichnet das Strömen in den Pseudopodien, die Bewegungen der Amöben, die Änderungen innerhalb

des Zellleibes oder Zellkernes als contractile Vorgänge, wenngleich die Beobachtung hiezu nicht berechtigt.

Wenn die Pseudopodien ausgestreckt werden, wenn die Körnchen derselben in fliessende oder schwingende Bewegung gerathen, wenn sich ein farbloses Blutkörperchen platt über den Objectträger ausbreitet, wenn es sich zu einem dünnen Faden oder zu einem Büschel von Fäden oder zu einem sonst unregelmässigen, zerrissenen, zerfransten Gebilde umgestaltet, sind das Zusammenziehungen? Es ist nicht mehr wie Überlieferung, welche uns veranlasst, alle diese Erscheinungen unter dem Namen Contractilität zusammenzufassen. Da sich die sichtbaren Leistungen der quergestreiften Muskeln an Verkürzungen derselben knüpfen, und da man in Folge dessen die Muskelleistung schlechtweg durch das eine Symptom, nämlich die Contraction ausgedrückt hat, so war man geneigt, zu generalisiren, alle Bewegungen der Bestandtheile der Organismen mit dem Namen „Contraction" zu bezeichnen, und die Eigenschaft sich bewegen zu können, die Beweglichkeit, durch den Terminus „Contractilität" anzudeuten.

Dass Zellen, welche überhaupt die Fähigkeit haben, sich zu bewegen, auch die Fähigkeit haben können, sich zu verkürzen, wollen wir nicht in Abrede stellen. Die Drüsenzellen besitzen diese Eigenschaft in eminenter Weise. Der ringförmige Zustand der Drüsenzellen ist offenbar ein Zustand der Contraction, und es erledigt sich damit unser früher ausgesprochenes Bedenken, diesen Zustand der Function nach zu benennen. Denn der Function nach müssten wir ihn als den Ruhezustand bezeichnen, während es andererseits widersinnig erscheinen könnte, eine ad maximum contrahirte Zelle, eine ruhende zu nennen.

Dass also die Drüsenzellen sich auch contrahiren können, ist sonnenklar. Aber es ist auch sonnenklar, dass wir nicht alle Bewegungen der Organismen unter dem Gesammtnamen Contractilität zusammenfassen dürfen, dass vielmehr Bewegungen, an welche sich keine Verkürzung knüpft, ausserordentlich verbreitet sind. Durch die Beobachtungen L. Unger's [1] ist sogar bekannt geworden, dass im ruhenden Muskel innere Bewegungen (Ver-

[1] Medic. Jahrbücher, 1879.

schiebungen der Zeichnung) wahrgenommen werden, ähnlich denen, die wir an den ruhenden Drüsenzellen gesehen haben.

So werden wir uns also mit der Vorstellung befreunden müssen, dass die Innervation in den Drüsenzellen eine innere Bewegung anregt, die keine Verkürzung, sondern eine Vergrösserung der Zellen zur Folge hat.

3. Die Existenz von Drüsenzellennerven ist durch diese Versuche unzweifelhaft erwiesen. Denn, wenn man den Nervenreiz regelmässig von einer Zellveränderung begleitet sieht, wenn man erfährt, dass mit dem Nachlass des Reizes die stattgefundene Veränderung wieder rückgängig gemacht wird, so muss man daraus schliessen, dass die Nerven mit diesen Zellen in Verbindung stehen.

Drüsenzellennerven sind also zweifellos vorhanden, aber das, was unsere Experimente nachgewiesen haben, entspricht nicht dem, was man sich bis allher von den Drüsenzellennerven gedacht hat. Wir haben keine Nerven gefunden, welche eine Diffusion anregen, sondern Nerven, welche die Drüsenzellen in Bewegung versetzen.

Es frägt sich nun, sind diese Nervenfasern auch wirklich die Secretionsnerven? Vielleicht gehören die Vorgänge, welche wir an den Drüsenzellen wahrgenommen haben, gar nicht zu dem Wesen der Secretion. Es könnten noch immerhin Secretionsnerven im Sinne der Autoren existiren, Nerven, welche eine Diffusion anregen, die wir unter dem Mikroskope nicht sehen; es könnte sein, dass die Vergrösserung der Zellen neben der Diffusion einhergehe und eine uns unbekannte Bedeutung habe. Wir geben zu, dass dies durchaus möglich sei. Wir müssen aber bedenken, dass Nerven, welche der Diffusion vorstehen, sowie die Diffusion selbst nur von einigen Forschern angenommen wurden, weil man sich bei dem damaligen Stande des Wissens die Secretion nicht anders als unter eben dieser Annahme erklären zu können glaubte. In dem Augenblicke, als Thatsachen bekannt werden, welche uns zeigen, dass diese Annahme keine zwingende ist, steht die Sache ganz anders.

Wir haben Beobachtungen gemacht, welche geeignet sind, uns den Secretionsvorgang an der Froschhaut verständlich zu machen.

Denn, dass durch die beiden genannten Veränderungen der Inhalt des Drüsenraumes ausgestossen werden kann, ist von selbst klar. Dass das Secret ausgestossen wird, ist gewiss.

Dass ferner, wenn sich die Zellen vergrössern, Flüssigkeit von ihnen aufgenommen werden muss, ist gleichfalls klar. Wie sollte sich die Zelle vergrössern, wenn nicht Flüssigkeit in ihren Leib geräth?

Dass die Drüsenzellen andererseits Flüssigkeit ansaugen müssen, wenn sie überhaupt der Secretion vorstehen sollen, ist ebenso gewiss.

Dass endlich eine Zelle, welche sich auf einen Nervenreiz bewegt, äussere Arbeit leisten kann, ist eine Annahme, die unseren Vorstellungen über die Natur der Zellen sowohl, wie über die Natur einer Arbeitsleistung entspricht.

Wir werden daher geneigt sein, das Ansaugen der Flüssigkeit durch die Vergrösserung der Zellen, also durch die beobachtete Thatsache zu erklären, und vor der Hand jede andere Hypothese zurückweisen, der zu Liebe man die Existenz von Vorgängen annehmen muss, die Niemand beobachtet hat.

Nun ist es wahr, eine Vergrösserung der Zelle durch Nervenreiz ist ein Factor, mit welchem die Physiologie bis jetzt nicht gerechnet hat. Wir haben aber gezeigt, dass die feinere Beobachtung ein Verständniss der Erscheinung anbahnt, dass wir es mit einer inneren Bewegung des Zellleibes zu thun haben, die der inneren Bewegung in der Muskelfaser ähnlich ist, und dass es daher durchaus nicht paradox sei, von dieser Bewegung eine weitere mechanische Leistung zu erwarten.

Unsere Beobachtungen an den Drüsen und des Besonderen an den Zellen sind also geeignet, uns den Vorgang bei der Secretion verständlich zu machen, auch wenn wir die Hypothese von der Diffusion ganz fallen lassen.

Ein besonderes Motiv, diese Hypothese fallen zu lassen, ist aber noch in dem Umstande gegeben, dass das Atropin die sichtbaren Bewegungen der Drüsenzellen lähmt und auch das Hervortreten des Secrets sistirt.

Vorläufig scheint uns daher die Frage, ob es nicht dennoch Diffusionsnerven gäbe, eine müssige zu sein.

Wir täuschen uns zwar darüber nicht, dass unsere Beobachtungen allein noch nicht ausreichen, um eine Theorie der Drüsensecretion zu fundiren. Es muss erst positiv nachgewiesen werden, dass die Zellen, wenn sie sich vergrössern, die Flüssigkeit thatsächlich von aussen her, das ist von Seite der Grenzmembran ansaugen, um von einer fertigen Secretionstheorie in unserem Sinne sprechen zu können. Aber es ist nichtsdestoweniger sonnenklar, dass unsere Angaben geeignet sind, die Secretionstheorie anzubahnen, und für sie eine bessere Grundlage zu schaffen, als dies durch die Diffusionshypothese geschehen ist.

4. Die nächste Frage, welche wir zur Discussion bringen ist die nach dem Zusammenhange der beiden Erscheinungen, die wir an den Drüsenacinis beobachtet haben.

Zunächst müssen wir betonen, dass es, wie wir schon mitgetheilt haben, gelingt, beide Erscheinungen unabhängig von einander, d. h. jede gesondert, wahrzunehmen.

An der Schwimmhaut gelingt es zuweilen (vide Protocoll II 10), die Contraction des Drüsenacinus anzuregen, ohne dass sich die Zellen vergrössern. Dies ist besonders dann der Fall, wenn die letzteren ad maximum verkleinert, also im ausgesprochen ringförmigen Zustande sind.

Andererseits überwiegt bei Reizung der ausgeschnittenen Nickhaut in der Regel die Zellvergrösserung. Die Einschnürung des äusseren Contours ist zuweilen unbedeutend, während die Zellvergrösserung bei entsprechend starken Strömen in der Regel sehr bedeutend ist.

Gibt es nun besondere Nervenfasern, welche den Drüsenacinus zur Einschnürung (Zuckung) bringen und besondere Nervenfasern, welche auf die Zellen wirken und ihre Vergrösserung anregen?

Wir haben der Lösung dieser Frage viele Sorgfalt zugewendet. Wir haben es zunächst versucht, die Wurzeln des Ischiadicus zu reizen, und zwar die vorderen und die hinteren gesondert. Wir dachten hierbei an eine Analogie der Zellvergrösserung mit der Gefässdilatation, für welche ja Einer von uns Nerven in den hinteren Rückenmarkswurzeln nachgewiesen hat. [1] Unser Suchen

[1] Stricker. Diese Berichte, 1877 und Medic. Jahrb., 1878.

war aber in dieser Richtung fruchtlos; Reizung der vorderen Wurzeln rief immer beide Erscheinungen hervor.

Wir versuchten es dann mit einer Reihe von Giften, fanden aber bei den wirksamen Giften nur Wirkungen auf beide Arten der Drüsenleistung.

Wir gehen daher der Discussion dieser Frage aus dem Wege und begnügen uns einfach mit der Feststellung der Thatsache, dass die Zellvergrösserung unabhängig von der Zuckung des Acinus erfolgen kann.

5. Wir haben eine Vergrösserung und eine Wiederverkleinerung der Zellen beobachtet. Es lag daher nahe, zu untersuchen, ob wir vielleicht für diese zeitlich getrennten Vorgänge zweierlei Nerven auffinden können; ob es also Nerven gibt, deren Reizung die Vergrösserung, und andere, deren Reizung die Verkleinerung der Zellen bewirkt. Besondere Reizungen der hinteren und vorderen Wurzeln des Rückenmarkes gaben nur nach einer Richtung einen positiven Effect. Reizung der vorderen Rückenmarkswurzeln hatte, wie schon erwähnt wurde, Einschrumpfung des Drüsencontours und eine Vergrösserung der Zellen zur Folge. Besondere Wurzeln, welche Verkleinerung der Zellen bewirken, konnten wir nicht ausfindig machen. Andererseits hat es sich gezeigt, dass Durchschneidung des Ischiadicus, ebenso wie Lähmung der Drüsennervenfasern des Ischiadicus durch Atropin und starke Curaredosen die Acini in den ringförmigen Zustand versetzen. All diese Erfahrungen haben uns veranlasst, das Suchen nach constringirenden Nerven aufzugeben und uns mit der Vermuthung zu befreunden, dass in der Drüse der contrahirte Zustand der Zelle alsbald eintrete, wenn der Nervenimpuls von Seite des Centrums aufhört.

6. Wir haben in der Einleitung bemerkt, dass wir auf die historischen Daten über verschiedene Zustände der Drüsenzellen erst zum Schlusse der Abhandlung eingehen werden, und wir halten es jetzt an der Zeit, diese Angelegenheit zu discutiren. Wir verdanken Heidenhain [1] die Entdeckung, dass die Drüsenzellen in zweierlei Zuständen vorkommen, nämlich als grosse,

[1] Beiträge zur Lehre von der Speichelsecretion. Studien des physiolog. Institutes zu Breslau. IV. 1868.

geladene Zellen, wie sie Heidenhain nennt, und als kleinere Zellen. Die ersteren — die geladenen nämlich — entsprechen unserem pfropfförmigen Zustande, die kleineren hingegen, unserem ringförmigen Zustande. Heidenhain behauptete nun, dass die grossen Zellen geladen und ruhend, die kleinen aber die gereizten seien.

Dass die grossen Zellen auch geladen sind oder sein können, versteht sich ganz von selbst. In dieser Richtung stimmen wir also Heidenhain bei, nicht aber darin, dass die grossen Zellen im Gegensatze zu den kleinen als die ruhenden anzusehen sind. Die Gründe für unsere abweichende Meinung sind folgende: 1. Der geladene Zustand der Zellen tritt unter unseren Augen auf Nervenreiz ein. 2. Wenn wir die Nickhaut ausschneiden, werden die Zellen gross in Folge des mechanischen Reizes. Sie verkleinern sich wieder, wenn man die Nickhaut im Kammerwasser ausruhen lässt. 3. Heidenhain hat die geladenen Zellen aus der allerdings ruhenden und eben darum reizbaren Drüse durch Ausschneiden gewonnen, und die eben ausgeschnittene Drüse überdies noch durch Einlegen in absoluten Alkohol weiter gereizt. Die Behauptung Heidenhain's, dass die geladenen Zellen den ruhenden Drüsen angehören, wird daher durch seine Beobachtung nicht genügend unterstützt, und sie ist nicht im Stande, das Resultat unserer directen Beobachtung zu entkräften.

Unsere Entgegnung könnte allerdings den Einwand erfahren, dass die grossen Zellen im absoluten Alkohol absterben und im todten Zustande gewiss auch ruhend sind. Dieser Einwand ist, wie wir später zeigen werden, nicht ganz unberechtigt. Der Auffassung Heidenhain's kommt er aber nicht zu gute. Denn dieser Auffassung zufolge, sollen die geladenen Zellen dem Zustande der ruhenden lebenden Drüse entsprechen. Nach dieser Auffassung sollen die Zellen gross bleiben, wenn sie als ruhende lebende Zellen absterben. Das, sagten wir, geht aus Heidenhain's Versuchen nicht hervor und wird durch unsere Beobachtung nicht unterstützt.

Ebenso wenig können wir Heidenhain in der Behauptung beipflichten, dass die kleinen Zellen den gereizten Zustand repräsentiren. 1. Wir haben direct beobachtet, dass der ringförmige Zustand eintritt, wenn die Reizung vorüber ist. 2. Wir

haben erfahren, dass der ringförmige Zustand eintritt, wenn die Reizung lange genug dauert, um die gereizte Nervenstrecke wirkungslos zu machen. 3. Geht es aus den Beobachtungen Heidenhain's nicht mit Nothwendigkeit hervor, dass die kleinen Zellen nicht dem gereizten Zustande entsprechen; denn Heidenhain gibt in Bezug auf die Glandula submaxillaris an, dass das Drüsengewebe erst nach Einwirkung stundenwährender Reize kleine Drüsenzellen enthalte. Die solchermassen gereizte Drüse wurde von ihm dann wie die ruhende behandelt, nämlich mechanisch und chemisch gereizt. Dass Zellen nach stundenlanger Reizung ermüdet werden, wird Niemand bezweifeln. Nun ist es jedenfalls wahrscheinlicher, dass die ausgeruhte Drüse von den mechanischen und chemischen Insulten leichter gereizt wird, als die ermüdete. So lassen Heidenhain's Angaben selbst schon die Vermuthung zu, dass die kleinen Zellen dem Erschöpfungszustande der Drüse entsprechen, und wir haben der Anhaltspunkte genug mitgetheilt, welche uns veranlassen, gerade diese Deutung zu bevorzugen.

Über die Art, wie die kleinen Zellen entstehen, hat Heidenhain eine Hypothese vorgetragen, der wir uns gleichfalls nicht anschliessen können. Heidenhain sagt nämlich, dass während der Reizung die grossen Zellen auf irgend eine Weise zu Grunde gehen, und die kleinen Zellen neu nachwachsen.

Gegen diese Hypothese haben sich schon Pflüger [1] und Ewald [2] mit der Bemerkung gewendet, dass die grossen Zellen in den gereizten Drüsen desshalb kleiner geworden sind, weil sie durch Abgabe von Substanzen an das Secret einen Theil ihres Volumens eingebüsst haben. Überdies wurde darauf hingewiesen, es sei nicht wahrscheinlich, dass Zellen in so kurzer Zeit wachsen sollen. Unsere Beobachtungen lassen über diese Angelegenheit keinen Zweifel mehr übrig. Denn der Übergang des pfropfförmigen Zustandes der Zellen in den ringförmigen und umgekehrt lässt sich direct beobachten.

---

[1] Stricker s Handbuch.

[2] Beiträge zur Histologie und Physiologie der Speicheldrüsen des Hundes. Inaug. Dissert. Berlin 1871.

Im Übrigen aber stellen wir den Untergang und die Neubildung von Secretionszellen nicht ganz in Abrede. Dass bei der Secretion Zellen abgestossen oder Zellstücke abgeschnürt werden, wird durch eine Reihe von Beobachtungen wahrscheinlich gemacht. Wir erinnern an das Auftreten von Collostrumkörperchen und Speichelkörperchen. Wir haben selbst in Froschhautdrüsen Zellabschnürungen beobachtet. Damit ist aber nicht gesagt, dass das Abschnüren von Zellen ein nothwendiges Attribut der Secretion sei. Für die Milchdrüse ist das sogar sehr unwahrscheinlich. Denn die Collostrumkörperchen kommen in der Milch nur während der ersten Tage des Wochenbettes vor, so lange die Drüse gereizt, die Secretion stürmisch ist. Im weiteren Verlaufe der Lactation findet man in der Milch keine Zellen mehr.

Wir bestreiten also das Abgestossen- oder Abgeschnürtwerden von Secretionszellen nicht, bestreiten demgemäss nicht, dass das Drüsenepithel einer Regeneration fähig sein muss. Was wir bestreiten ist nur, dass sich an jede Secretion nothwendig eine Abstossung und Neubildung von Zellen knüpfe.

F. Hypothesen zur Theorie der Secretion.

Wir haben schon bemerkt, dass die von uns beobachteten Erscheinungen geeignet sind, eine Secretionstheorie anzubahnen, dass aber unsere Beobachtungen noch durch andere neue Untersuchungen ergänzt werden müssen. Dennoch wollen wir am Schlusse dieser Abhandlung noch einmal und im Zusammenhange der Theorie Ausdruck geben, welche sich aus unseren Beobachtungen ableiten lässt.

Diese Theorie lautet: Auf den Nervenreiz entleert die Drüse der Froschhaut ihr Secret und ladet sich zugleich mit neuer Flüssigkeit aus ihren Bezugsquellen. Diese doppelte Leistung wird einerseits durch die Einschrumpfung der äusseren Contouren, durch die Contraction des Acinus und andererseits dadurch aufgebracht, dass die sich vergrössernden Zellen den Inhalt des Acinus vor sich hertreiben, richtiger gesagt, vor sich hertreiben helfen, während sie sich von aussen her füllen. Wenn der Nervenreiz nachlässt, kehren die Zellen auf ihren früheren Zustand zurück, sie contrahiren sich und entleeren ihre Ladung in den

Drüsenacinus. Während der Dauer des Reizes werden also die Zellen geladen; nach dem Reize geben die Zellen ihre Ladung her, um damit den Drüsenraum zu laden.

Wir führen diese Theorie als Hypothese ein, doch aber scheint es uns, dass sie sich ziemlich fester Stützen erfreut.

Denn dass die Zellen, wenn sie aus dem grossen Zustande in den kleinen übergehen, ihre Ladung oder einen Theil derselben in den Acinus entleeren, unterliegt keinem Zweifel. Wäre dies nicht der Fall, müssten sich die Acini angesichts ihrer offenen Mündungen mit Luft füllen.

Dass die entladenen Zellen nur durch die Aufnahme von Flüssigkeit geladen werden können, ist, wie schon pag. 130 erwähnt wurde, ebenso unzweifelhaft.

Dass endlich die Zellen während der Vergrösserung Flüssigkeit aus dem Drüsenlumen nach aussen treiben, ist gleichfalls schon (pag. 129) dargethan worden.

Der einzige hypothetische Satz unserer Theorie liegt daher in der Annahme, dass die Ladung von aussen her durch die Grenzmembran erfolgt.

Die Entscheidung über die Zulässigkeit dieses Satzes wollen wir der Zukunft überlassen.

Wie immer aber auch diese Entscheidung ausfallen mag, so müssen wir daran festhalten, dass die mechanische Arbeit in den Drüsen zum grossen Theile durch eine mikroskopisch wahrnehmbare Bewegung der Drüsenzellen aufgebracht wird.

Nunmehr können wir noch die Frage beantworten, welchen Zustand der Zellen wir als den ruhenden zu bezeichnen haben.

Wenn wir an den Drüsenzellen keine äussere Bewegung, keine Veränderung ihrer äusseren Grenzen wahrnehmen, dann müssen wir sie für ruhend halten. Dieser Bestimmung gemäss, müssen wir sagen, die Zellen können im geladenen und entladenen Zustande ruhen. Solange der Kreislauf intact ist, verharren sie aber in der Regel im geladenen Zustande nicht. Wir haben schon darauf hingewiesen, dass Grund zur Vermuthung vorliege, sie werden zur Entladung (Contraction) angeregt, sobald die

Innervation nachlässt. Es ist ferner zu vermuthen, dass diese Anregung mit dem Kreislauf in irgend einem Connex steht, da sie an der ausgeschnittenen Nickhaut nur mangelhaft zu sein scheint.

Im entladenen Zustande scheinen aber die Zellen sowohl mit als ohne Kreislauf verharren zu können, denn unsere Erfahrung lehrt, dass sie diesen Zustand nur in Folge von Reizen aufgeben, welche ihnen durch die Nerven oder von aussen her direct zukommen.

Untersuchungen über den Bau der Grosshirnrinde.

Von **S. Stricker** und Dr. **L. Unger.**

(Mit 1 Tafel.)

I. Einleitung.

Die Lehre von dem feineren Baue der grauen Nervensubstanz ist noch in ihren Fundamenten mangelhaft; man ist noch über die Grundformen nicht einig, welche in der grauen Substanz vorkommen, ja man ist selbst darüber nicht einig, welche Formen dem Nervensysteme sensu strictiori angehören, und welche nicht nervöser Natur sind.

Wenn wir indessen jetzt, nach dem Abschlusse unserer Untersuchungen, die Literatur überblicken, so scheint uns die Sachlage nicht so unklar und auch die Disharmonie der Angaben nicht so gross, als wir es früher vermuthet hatten. Es scheint uns jetzt, dass, bis auf geringe Details, von unseren Vorgängern nahezu Alles gesehen worden ist, was sich mit den besten Mikroskopen sehen lässt, dass aber die Disharmonie in der Auffassung durch die herrschenden Theorien begründet wurde.

Vor Allem dominirte hier der Fundamentalsatz, dass Nervengewebe und Stützgewebe formell verschieden und räumlich getrennt sein müssen.

Wir werden in dieser Abhandlung darthun, dass in der Hirnrinde formelle Grenzen zwischen beiden Substanzen nicht existiren; wir werden dies aus unseren Beobachtungen sowohl, wie aus den Schriften der hervorragendsten Histiologen darthun.

Aus der Neigung, solche Grenzen aufzufinden, die nicht existiren, entstand manche Verwirrung. Man schob diese Grenzen willkürlich herüber und hinüber, und rechnete so eine und dieselbe Substanz bald zu den Nerven, bald zum Stützgewebe.

Die Klärung der Verhältnisse wurde ferner durch die mangelhafte Kenntniss von den Grundsubstanzen gehindert.

Welche sind die Attribute der Grundsubstanz?

Auf diese Frage hatte die Histiologie keine Antwort zu geben, und so war es der Neigung jedes Forschers anheimgestellt, die formlose, feingranulirte Substanz, welche die Hirnrinde durchsetzt, zu den Grundsubstanzen zu rechnen, anheimgestellt, diese feingranulirte Substanz als Nervengewebe oder als Stützgewebe anzusehen.

Bei dieser Sachlage scheint es uns wichtig zu sein, aus der Geschichte dieser Lehre darzuthun, was bis jetzt als sicher erkannt und was als strittig betrachtet werden darf.

II. Historisches.

In dem centralen Nervensystem sind bisher die folgenden Formbestandtheile erkannt worden:

1. Ganglienzellen.
2. Verästigte und unverästigte Zellen von nicht genau präcisirter functioneller Dignität.
3. Freie Kerne.
4. Markhaltige und marklose Nervenfasern.
5. Ein feines Netz.
6. Eine feinkörnige Masse.
7. Blutgefässe und Lymphgefässe.
8. Auskleidungszellen der Höhlen.

Hauptgegenstände der Discussion sind:

1. Die Natur des feinen Netzes und der feinkörnigen Masse.
2. Ihre Beziehungen zu den verschiedenen Zellformen und freien Kernen.
3. Ihre Beziehungen zu den peripheren Nerven.

Die Erkenntniss, dass in der grauen Substanz des centralen Nervensystems, ausser den nervösen Elementen, noch Bindesubstanzen existiren, verdanken wir Keuffel,[1] der im Jahre 1811 daselbst ein fibröses Gewebe entdeckte.

Virchow[2] hat die Existenz eines mit Zellen versehenen Stützgewebes im Centralnervensystem erkannt. Seine ersten Angaben

[1] Reil's Archiv, Band X, 1811.

[2] Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie, III. Band, 1846.

gingen dahin, dass unter dem Epithel der Ventrikel ein mit Zellen versehenes faseriges Gewebe liege, von dem er später [1] behauptete, dass es Fortsätze in die Tiefe sende. Noch später [2] bezeichnete er die Bindesubstanz als eine Art von Kitt, den er Neuroglia nannte. Diese Kittsubstanz sollte im frischen Zustande feinkörnig sein und Zellen enthalten.

Ob Virchow die Beziehungen der Zellen des Stützgewebes zu den Fasern, des Besonderen, ob er ein Netzwerk gekannt hat, lässt sich aus seinen ersten Schriften nicht genau ermitteln. Ganz klar aber hat sich hierüber Bidder [3] ausgesprochen.

Bidder hat gezeigt, dass in der grauen Substanz des Rückenmarkes Zellen vorkommen, die er als Bindegewebskörperchen ansprach, Zellen, deren Ausläufer ein Netzwerk bilden, ähnlich den anastomosirenden Fortsätzen der Knochenkörperchen an dünnen Knochenschliffen. Bidder hat auch den Zusammenhang dieses von ihm als bindegewebig bezeichneten Netzwerkes mit dem schon 1811 von Keuffel beschriebenen Netzwerke in der weissen Substanz behauptet. Ausserdem, sagte Bidder, komme in der grauen Substanz auch noch eine formlose Masse vor, die im frischen Zustande und nach Alkalien gallertartig durchscheinend, in Chromsäure gehärtet, meist feinkörnig erscheint.

Die Angaben Bidder's haben mannigfachen Widerspruch erfahren. Wir gehen aber auf diese Discussion nicht ein, denn was Bidder über das Stützgewebe gesagt hat, ist von so vielen und ausgezeichneten Forschern anerkannt worden, dass die ältere Discussion nur ein historisches Interesse hat, insofern sie uns zeigt, dass das einmal Erkannte wieder bestritten und neu erobert werden musste.

Im Jahre 1863 [4] hat Kölliker von dem Stützgewebe der grauen Substanz ein Bild entworfen, welches, soweit es das Quale betrifft, sich an die Beschreibung von Bidder anlehnte.

---

[1] Vichow's Archiv, VI. Band, 1854.

[2] Gesammelte Abhandlungen, 1862.

[3] Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und die Entwicklung seiner Formelemente. Leipzig 1857.

[4] Gewebelehre, 1863.

Einen wesentlichen Fortschritt über den Standpunkt Bidder's hat erst Deiters [1] angebahnt, wenngleich viele von seinen Aussagen den Zeitgenossen unverständlich geblieben sind. Die Aussagen von Deiters waren in der That in manchen Stücken nicht geeignet, die Histiologen zu befriedigen.

Auf Grund seiner Isolirungsversuche stellte Deiters den Satz auf, dass bei allen von ihm untersuchten Zellen mit beträchtlicher Protoplasmamasse sich ein Zusammenhang mit Nervenfasern nachweisen lasse, dass hingegen Alles, was unter der Rubrik der sogenannten „freien Kerne" zusammengefasst wurde, den Bindesubstanzen zuzurechnen sei. Deiters nennt diese freien Kerne das wirkliche Zellenäquivalent in den Bindesubstanzen der Centralorgane. Das bindegewebige Gerüste, sagt er, in welches innerhalb der Centralorgane alle nervösen Theile eingebettet erscheinen, bestehe aus einer porösen, körnig aussehenden Grundmasse, in der die Zellenäquivalente in verschiedenen Formen der Ausbildung angetroffen werden.

Mit diesem Ausdrucke „Zellen- äquivalent in verschiedenen Formen der Ausbildung" [2] revocirt aber Deiters seine Behauptung, dass die Zellenäquivalente der Bindemasse nur freie Kerne sind; er führt nämlich aus, dass jene Äquivalente entweder ganz nackte Kerne oder Kerne mit sparsamem Protoplasma sind. Überdies revocirt er auch die Angabe, dass die Bindemasse nur als körnige Grundmasse vorkäme, in zweierlei Weise: Erstens, indem er sagt, dass das sparsame Protoplasma sich in lange, glatte Fortsätze hinziehen und dadurch den Charakter faseriger Bildungen erzeugen könne. Zweitens, indem er angibt, dass Kerne vorkommen, von welchen sich lange, glatte Fäden ausziehen. Speciell von der *Substantia gelantinosa* hebt er hervor, dass hier ein dichtes Fasernetz vorhanden sei, welches sich fast durchwegs als Zellausläufer auflösen lässt.

Insoweit es die Zellen betrifft, gipfelt die von Deiters aufgestellte Theorie darin, „dass alle Zellen mit entwickeltem, mehr solidem Protoplasma die Wahrscheinlichkeit nervöser Natur

---

[1] Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig, 1865.

[2] Pag. 38, l. c.

für sich hätten, während Formen mit rudimentärem Protoplasma immer mehr auf bindegewebige Theile hindeuten.“ Als besonderes Merkmal der Nervenzelle fügt Deiters allerdings noch hinzu, dass die Nervenzelle, wie das schon Bidder gesagt hat, immer auch mit einem Nervenfaden zusammenhänge.

Deiters hat sich also bestrebt, einen Unterschied zwischen Bindegewebe und Nervenzellen zu machen, aber es ist ihm nicht gelungen, die unterscheidenden Merkmale herauszufinden. Denn die Anwesenheit oder Abwesenheit des Nervenfortsatzes machen kein Merkmal der Zelle selbst aus. Wie sieht die Nervenzelle aus, wenn der Fortsatz abgerissen ist? Abgesehen aber von diesem Mangel müssen wir bedenken, dass es zuweilen auch schwer ist, zu entscheiden, welcher Fortsatz ein Nervenfortsatz ist, und dass wir oft genug einen Fortsatz für einen Nervenfortsatz halten, weil uns die Zelle, von der er ausgeht, eine Ganglienzelle zu sein scheint. Was aber das andere Merkmal von Deiters, nämlich die Menge des Protoplasma betrifft, so steht es mit demselben noch schlechter. Wer will entscheiden, ob das Protoplasma jetzt schon spärlich genug sei, um die Zelle ein Bindegewebskörperchen zu nennen, oder schon mächtig genug, um sie zu den Nervenzellen zu zählen?

Trotz dieser Widersprüche und Unklarheiten dürfen wir dennoch sagen, dass Deiters die Histiologie der grauen Substanz wesentlich gefördert hat. Er hat durch die genauere Beschreibung der Zellformen, durch sein Suchen nach Merkmalen gezeigt, dass die Sache nicht so einfach liege, wie sie Bidder dargestellt; dass die Bindegewebskörperchen nicht ohne Weiteres von den Nervenzellen geschieden werden können, dass, insoweit es die Form betrifft, Übergänge vorkommen von Zellen mit wenig Protoplasma zu Zellen mit viel Protoplasma; dass die letzteren ihm schon den Charakter der Nervenzellen zu haben schienen, während er die ersteren noch als Bindegewebe ansprach.

Nach Deiters haben nur Henle und Merkel[1] eine Bemerkung gemacht, welche seinen Angaben angereiht werden dürfte. Henle und Merkel behaupten, dass die Bindegewebskörperchen Deiters', die sie Körner nennen, aus den Blutgefässen stammen,

[1] Zeitschrift für rationelle Medicin, Band 34, 1869.

und farblose Blutkörper sind. In dieser Behauptung können wir ihnen nicht folgen; aber, sie fügen hinzu, dass diese Körner (farblose Blutkörper) gleichsam Bildungselemente darstellen, aus denen sich einerseits die Bindegewebskörperchen, andererseits die Nervenzellen entwickeln sollen. Henle und Merkel sagen uns nicht, worauf sich die Behauptung von einem solchen Entwicklungsgange stützt, wir können daher auch nur die Thatsache, dass eine solche Entwickelung behauptet worden ist, constatiren.

Wir werden später darthun, dass sich thatsächlich von den nackten Kernen Deiters', bis hinauf zu den Ganglienzellen, eine Reihe von Übergangsformen constatiren lässt. Wir werden zeigen, dass Deiters die Verhältnisse wohl am besten erkannt hat und nur darum zu keiner befriedigenden Aufstellung gelangen konnte, weil er die Entwicklung von sogenannten nackten Kernen und von Kernen mit wenig Protoplasma zu Ganglienzellen, den herrschenden Theorien gemäss, nicht in Betracht gezogen hat.

Durch die Untersuchungen Gerlach's [1] ist die Lehre von dem Baue der grauen Substanz in eine neue Phase getreten.

Gerlach sagte, er habe in der grauen Substanz des Rückenmarkes ein feinstes Netz von Nervenfasern entdeckt und diese Aussage schien wohl geeignet, fundamentale Lehrsätze der Physiologie umzustossen. Wie sollte man sich die isolirte Leitung vorstellen, wenn die Nervenfäden miteinander ein Netz bilden? Zwar haben sich speculative Köpfe gefunden, welche diesen Zwiespalt durch Hypothesen beilegen wollten. Die Bedeutung der Thatsache von der netzförmigen Verbindung ist aber durch diese Speculationen in Nichts erschüttert worden.

Wenn wir indess objectiv zu Werke gehen und historisch darthun wollen, was Gerlach entdeckt hat, so müssen wir sagen, dass er ein Netz von Fäden entdeckt hat, die sich bis an die Ganglienzellen heran verfolgen lassen; ein Netz, welches, anders gesprochen, aus Fortsätzen von Ganglienzellen gebildet

---

[1] Stricker's Handbuch, pag. 666. Centralblatt f. d. med. Wiss. 1872, Nr. 18.

wird. Ob dieses Netz auch wirklich ein Nervennetz sei, hat Gerlach nicht erwiesen. —

Dass die Ganglienzelle der grauen Substanz eine Anzahl von Ausläufern besitzt, die sich auch verästigen, hat man schon früher gewusst; es ist dies von Deiters beschrieben und sehr schön abgebildet worden. Dass aber die Ausläufer der Ganglienzellen ein dichtes Netz bilden, welches die graue Substanz durchsetzt, das hat, unseres Wissens, Gerlach zuerst erkannt.

Über die Beziehungen dieses Netzes zu dem von Bidder entdeckten netzförmigen Gefüge der Stützsubstanz äussert sich Gerlach nicht. Nach einer, pag. 671 l. c., gemachten Äusserung darf sogar vermuthet werden, dass Gerlach die Existenz eines netzförmigen Stützgewebes in der grauen Substanz gar nicht anerkennt, sondern das Stützgewebe für feinkörnig oder homogen hält. Diese Äusserung, sowie die Abbildungen Gerlach's lassen vermuthen, dass er überhaupt nicht zweierlei Systeme von feinsten Netzen gesehen hat, sondern nur eines, welches er als Nervennetz deutet.

Wo blieb das Netz von Stützgewebe, welches Bidder und Kölliker beschrieben haben?

Das von Gerlach entdeckte Nervennetz ist später von mehreren Forschern gesehen worden. Aber nur einer von ihnen gibt auf diese Frage eine, wenn auch indirecte, Antwort. Golgi [1] sagt nemlich von den Verästelungen der sogenannten Protoplasmafortsätze, dass sie sich zu den Bindegewebskörperchen begeben. Welche Beziehungen zwischen diesem Netze und den Bindegewebskörperchen bestehen, ob sie miteinander verschmelzen, oder ob jedes von beiden seine Individualität aufrecht erhält, konnte er nicht entscheiden. Indessen glaubt er doch, dass gelegentlich solche Übergänge zu beobachten sind, dass eine Fusion der Protoplasmafortsätze mit den Bindegewebskörperchen wahrscheinlich sei. Golgi beschreibt ferner eine Verzweigung des Axencylinderfortsatzes und fügt später (pag. 103) hinzu: „Zu den Zellen, zu welchen sich die Verzweigungen der Protoplasmafortsätze begeben, begeben sich andererseits andere Fäden von verschiedenen Rich-

[1] Sulla Struttura della Sostanza grigia del Cervello. Comunicazione preventiva. Milano 1873.

tungen, welche durch ihr Aussehen und durch die Art ihres Verlaufes und ihrer Verzweigung vollkommen dem beschriebenen Systeme von Fäden entsprechen die von dem Nervenfortsatz ausgehen."

Golgi hat also den Zusammenhang des Netzes mit den Bindegewebskörperchen gesehen, und es dennoch für nervös gehalten.[1] Daraus könnte geschlossen werden, dass er die Existenz eines Bindegewebsnetzes negire.

Eine besondere Erwähnung über die Beziehungen von zweierlei Netzen zu einander finden wir bei noch einem Autor.

Nach Butzke[2] gibt es in der grauen Substanz ein Filzwerk, an dessen Bildung sich die Fortsätze der Ganglienzellen, dann die der Bindegewebskörperchen (Gliakörperchen) und endlich markhaltige und marklose Nervenfasern betheiligen. In diesem Filzwerk erschliesst er hypothetisch ein Netzwerk, welches die leitende Verbindung zwischen den nervösen Elementen bedinge.

Wir dürfen nach den angeführten historischen Daten mit Recht vermuthen, dass in der grauen Substanz des Centralnervensystems zweierlei Netze von Niemandem wirklich gesehen wurden. Wir dürfen vermuthen, dass gewisse Forscher die Beziehungen eines Netzes zu solchen Zellen beobachtet haben, die sie für Bindegewebskörperchen hielten, so Bidder, Kölliker, und in Folge dessen das Netz selbst zum Bindegewebe rechneten; und wieder andere, wie zuerst Gerlach[3] und mit ihm übereinstimmend später Rindfleisch[4], Boll[5] u. A., haben die Beziehungen des

---

[1] Golgi knüpft an diesen Fund folgende Hypothese: Es sind, sagt er, zwei Fälle möglich; der eine Fall, dass die Beziehungen zwischen dem Nervenfortsatz und den Bindegewebskörperchen trophische Nerven des Gehirns darstellen, der andere Fall, dass sie in einer nicht näher zu präcisirenden Weise zum Ursprunge der Nerven dienen.

[2] Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten. 1872.

[3] Stephany (Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirns, Dorpat. 1860) beschrieb in der körnigen Masse, die er für nervös hielt, ein Geflecht von Röhren, welche die Verbindung zwischen Zellenausläufern und Nervenfasern herstellen. Er will dieses Geflecht schon bei einer Vergrösserung von 300 — 400 gesehen haben. Es ist aus diesem Grunde unwahrscheinlich, dass Stephany schon das feine Gerlach'sche Netz gesehen habe.

[4] M. Schultze's Archiv. Band VIII, 1872.

[5] Archiv für Psychiatrie. 1873.

Netzes zu den Ganglienzellen berücksichtigt und das Netz für nervös erklärt. Golgi endlich hat die Beziehungen des Netzes zu den Ganglienzellen sowohl wie zu den Bindegewebskörperchen erkannt und, vielleicht unter dem Drucke der herrschenden Theorien, das ganze Netz dennoch für nervös gehalten.

Die feinkörnige Masse in der grauen Substanz ist zuerst von Ehrenberg[1] erkannt worden. Nach Ehrenberg hat sie Henle[2] für nervös gehalten. R. Wagner[3] verglich sie mit der elektrischen Platte der Fische. Die Hypothese von der nervösen Natur der feinkörnigen Masse ist aber in neuerer Zeit fast allgemein und selbst von Henle verlassen worden. Was diese Substanz bedeutet, darüber ist man noch immer nicht ins Klare gekommen. Die Discussion bewegt sich sowohl um die Frage nach ihrer Bedeutung, als ihrer Genesis.

Die Mehrzahl der Forscher nimmt an, dass das feinste Netz in die feinkörnige Masse übergehe (so Rindfleisch, Golgi). Boll hingegen sagt, dass die feinkörnige Masse durch die formative Thätigkeit des Protoplasma zu Stande komme und sich am besten wohl der körnigen Eiweisssubstanz homologisiren lasse, welche sich in jedem Bindegewebe finde.

III. Untersuchungen.

A. Methode.

Die Objecte unserer Untersuchung waren: Grosshirnrinde, *Medulla oblongata* und Rückenmark des Hundes; Grosshirnrinde des Menschen, Grosshirn des Frosches, *Lobi optici* des Hechtes und vorderstes Ganglion des Krebses. Wir beziehen uns aber in unseren Aussagen in erster Reihe auf die Grosshirnrinde des Hundes. An dieser haben wir die Erkenntnisse gewonnen, welche unserer Publication zu Grunde liegen.

---

[1] Beobachtung einer bisher unbekannten Structur des Seelenorgans des Menschen. Berlin, 1836.

[2] Allgemeine Anatomie. 1841.

[3] Göttinger gelehrte Nachrichten. 1859, Nr. 6.

Dass die Beziehungen der Zellen zu dem Netze und der sogenannten feinkörnigen Masse beim Menschen sich genau so verhalten wie beim Hunde, halten wir für sicher. Bei den anderen der genannten Thierformen haben wir die Anwesenheit von Zellen und des Netzes constatirt, die näheren Beziehungen aber nicht eruirt.

Die Methode der Härtung bestand darin, dass wir kleine, etwa 1 bis 2 Ctm. lange, $^1/_2$ Ctm. breite Stückchen der genannten Organe zuerst in eine 0·1% Lösung von Goldchloridkalium brachten, die mässig stark mit Essigsäure angesäuert war, und durch 24 Stunden an einem dunklen Orte in dieser Lösung beliessen. Nachdem die Objecte weitere 24 Stunden dem diffusen Tageslichte ausgesetzt blieben, wurden sie zur vollständigen Erhärtung in Alkohol übertragen.

Diese Methode der Härtung und die nachträgliche Hämatoxylinfärbung der feinen Schnitte liess das feine Netzwerk sowie dessen Beziehungen zu den Ganglienzellenfortsätzen und den Bindegewebskörperchen am besten erkennen. Indessen veranlasste uns der Umstand, dass die Hämatoxylinfärbung mit der Zeit erblasst, und die Tinction der in erwähnter Weise erhärteten Präparate durch ammoniakalische Carminlösung in der Regel nicht gelingt, die allgemein übliche Härtung durch Chromsäure in folgender Weise mit der Alkoholhärtung zu combiniren.

Wir liessen kleine Gehirn- oder Rückenmarksstückchen in einer 0·2, 0·3, 0·5% Chromsäurelösung solange, bis die Lösung das Gewebe vollständig durchtränkt hatte, was in der Regel in 4 bis 8 Tagen der Fall ist; aus dieser Lösung in Alkohol gebracht, erlangten die Gewebsstückchen nach einer kürzeren oder längeren Zeit, in der Regel nach 2 bis 3 Wochen, den zum Schneiden erforderlichen Härtegrad.

Wir haben endlich auch, nach dem Vorgange Golgi's, die Härtung und Färbung durch Überosmiumsäure benützt, jedoch ohne dass wir veranlasst worden wären, einen Vorzug dieser Methode gegenüber der unserigen zu erkennen.

Die Schnitte wurden in Damarlack conservirt.

Von Immersionssystemen benützten wir Nr. 8 von Seibert-Krafft, vor Allem aber Nr. 15 von Hartnack, deren ausge-

zeichneter Schärfe wir die Aufklärung der schwierigen Details verdanken.

B. Beschreibung.

Wir wollen uns in der Beschreibung der Präparate kurz fassen. Dennoch aber können wir mit Rücksicht auf den Aufbau unserer Beweise nicht umhin, einzelne bekannte Verhältnisse noch einmal zu schildern.

Man findet in der grauen Substanz des Stirnhirns:

1. Zellen, welche von allen Forschern übereinstimmend für Ganglienzellen gehalten werden. Es sind dies die sogenannten pyramidalen, oder wie jetzt gesagt wird (Meynert), spindelförmigen Zellen, mit je einem der Zellform adaptirten Kerne und mehreren Ausläufern versehen Diese Zellen variiren, wie bekannt, in der Grösse, in der äusseren Configuration, in der Zahl und Mächtigkeit ihrer Ausläufer. In der Regel sieht man auf verticalen Schnitten einen mächtigen Ausläufer gegen die Hirnrinde zu sich erstrecken, derselbe, den Arndt [1] als Axencylinderfortsatz angesehen hat (*a*, Fig. 1 und 2), dann einen oft ebenso mächtigen, zuweilen dünneren Fortsatz in der entgegengesetzten Richtung, derselbe, den man mit Deiters als den Axencylinderfortsatz anspricht, und endlich eine Anzahl anderer Fortsätze, die Deiters als Protoplasmafortsätze bezeichnet hat.

2. Zellen, die je einen deutlichen, runden oder etwas in die Länge gezogenen Kern (*b* und b_1, Fig. 1), je einen relativ zum Kern ziemlich entwickelten, feingranulirten Zellleib und je eine Anzahl von Fortsätzen besitzen. Ob diese Zellen den Ganglienzellen oder den Bindegewebskörperchen der Autoren entsprechen, lässt sich aus der Form nicht sicher entscheiden, wenngleich man geneigt sein könnte, jene Formen, wie wir deren eine (Fig. 1, *b*,) gezeichnet, schon für eine Ganglienzelle zu halten, weil der Kern etwas oblong, die Zelle gleichfalls etwas gestreckt ist, und sie ausser den feineren Ausläufern (analog den Protoplasmafortsätzen Deiters') auch einen mächtigeren Fortsatz gegen die Rinde zu zeigt.

3. Von dieser sub b_1 gezeichneten Zelle gibt es aber allmälige Übergänge zu Zellen mit etwas weniger, und anderen

[1] M. Schultze's Archiv. III. Band, 1867.

mit noch weniger Protoplasma, zu Zellen endlich, welche rings um den Kern nur noch eine relativ geringe Zone von feingranulirtem Zellleib erkennen lassen, der seinerseits wieder Ausläufer aussendet.

4. Kerne, rings um welche ein Zellleib nicht erkannt wird, von welchem aber zweifellos Fädchen ausgehen. Solche Kerne sind in Fig. 1 und in Fig. 2 abgebildet.

5. Überdies sieht man, statt einzelner Zellen mit je einem Kern, Gruppen von Zellen oder Gruppen von Kernen mit mehr oder weniger Spuren von Protoplasma umgeben, wie dies bei *f*, Fig. 2, abgebildet ist.

Die weitaus grösste Zahl der Zellen und nackten Kerne steht durch Ausläufer mit dem Netzwerke in Verbindung, welches die graue Substanz durchsetzt.

Zuweilen sind die Zellen so in dem Netze gelagert, dass zwischen Netz und Zellleib kein besonderer Raum übrig ist, zuweilen wieder sind sie von einem Raume umgeben, durch welchen nur einzelne Fäden (Protoplasmafortsätze der Zelle) durchgespannt sind; zuweilen wieder kommen nackte Kerne und Kerne mit Protoplasma vor, an denen man keine Ausläufer zu entdecken vermag, sondern die in einem Cavum gleichsam isolirt liegen, so etwa, wie wenn ihre Beziehungen mit dem Netzwerke abgerissen wären (*c*, Fig. 2).

Das Netzwerk selbst bietet gleichfalls mannigfache Variationen. Es variiren die Dimensionen der Maschenräume, so wie die Dimensionen der einzelnen Bälkchen. Es gibt Maschenräume, welche die Grösse eines rothen Blutkörperchens der Säuger übertreffen, und andererseits solche, die wir erst mit Linse Nr. 15 von Hartnack deutlich aufzulösen im Stande waren.

Die Bälkchen sind dem entsprechend zuweilen etwas dicker, unregelmässig begrenzt und fein granulirt, etwa wie die Protoplasmaausläufer der Ganglienzellen und bald wieder sind sie so dünn, dass sie nur mit Linse Nr. 15 deutlich aufgelöst werden können.

Überdies bietet das Netzwerk Ungleichmässigkeiten dadurch dar, dass viele Zellen (wie schon bemerkt wurde) gleichsam in besonderen Räumen zu liegen scheinen. Die Grenzen dieser Räume sehen zuweilen etwas stärker ausgeprägt aus, die Ränder

wie von einer Membran eingerahmt. Dass es sich hier um wirkliche Membranen handle, glauben wir übrigens nicht. Das dichtere Aussehen der Grenze scheint nur durch ein Zusammenrücken von Bälkchen zu entstehen.

Alle brauchbaren Präparate aus verschiedenen Regionen der Hirnrinde, aus der grauen Substanz des Rückenmarkes und der *Medulla oblongata* haben übereinstimmend gelehrt, dass auf je einem Schnitte nur je ein continuirliches Netz vorhanden ist, an dessen Aufbau sich Fortsätze aller Zellen betheiligen.

Man kann, von einem Protoplasmafortsatze einer Ganglienzelle ausgehend, die Continuität des Netzes bis in die feinsten Reiserchen einerseits und bis in die Fortsätze der Übergangsformen und implicite der sogenannten nackten Kerne andererseits verfolgen.

An dem Aufbaue des Netzes nehmen nicht nur die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen Theil, sondern auch feine Reiserchen ihrer gröberen, als Nerven gedeuteten Fortsätze. Dass auch der Axencylinderfortsatz sich verzweige, hat schon Golgi[1] beschrieben. Seiner Aussage nach beginnt die Verzweigung erst in einer gewissen Entfernung von den Ganglienzellen. Von dem zur Oberfläche gekehrten Fortsatze behauptet aber Arndt,[2] dass er sich nur ausnahmsweise verzweige. Unsere Präparate liessen erkennen, dass beide Fortsätze — der Axencylinderfortsatz (Deiters) und der Spitzenfortsatz — Reiserchen abgeben und sich so an dem Aufbaue des Netzes betheiligen.

In den Maschenräumen der Netze findet man eine bald homogene, bald feingranulirte Masse, über deren Bedeutung wir erst durch eine Discussion der Frage ins Klare kommen können.

IV. Discussion.

Dass die graue Substanz im frischen Zustande von einer, ihre Consistenz bedingenden Masse durchsetzt sein muss, ist sonnenklar. Ein netzförmiges Gewebe allein kann diese Consi-

[1] L. c.

[2] L. c.

stenz nicht herstellen. Ein netzförmiges Gewebe mit einer leicht aussickernden, tropfbar flüssigen Masse kann es auch nicht sein, denn die Inhaltsmasse sickert aus der grauen Rinde nicht heraus, wenn man die letztere ausschneidet. Es muss also eine Masse sein, deren Consistenz näherungsweise der Consistenz der grauen Substanz entspricht. Ob diese Substanz im Leben ganz homogen ist, wie es Walther[1] behauptet, darüber haben wir kein Urtheil. Wahrscheinlich ist aber, dass unter dem Einflusse gewisser Reagentien die Granulirung bedeutend zunimmt.

Bei gewissen Härtungsmethoden zeigen nemlich selbst feine Durchschnitte ein solches Durcheinander von Körnchen, dass die feinere Structur des Stützgewebes selbst mit den besten Mikroskopen nicht zu entziffern ist. An den in Gold und Alkohol gehärteten Präparaten hingegen traten die feinsten Netze mit besonderer Schärfe hervor, während die Körnchen in den Maschenräumen nur spärlich, stellenweise gar nicht wahrnehmbar waren.

Wenn wir nun nach den besten und klarsten mikroskopischen Bildern urtheilen sollen, so müssen wir die Zellen und ihre Ausläufer mit dem Netzwerke als die geformten Bestandtheile der grauen Substanz, die homogene oder feinkörnige Masse aber als eine Einlagerung ansehen, als eine Einlagerung, welche die Maschenräume durchsetzt, wie etwa das Wasser den getränkten Schwamm.

Fragen wir uns, ob wir für diese Beziehungen eines netzförmigen Gefüges zu einer homogenen oder feinkörnigen Einlagerung Analoga kennen? Die Antwort ist, dass wir in den wichtigsten Vertretern der Bindesubstanzgruppe, in der Cornea, in der Sehne, in den Knochen und im Knorpel vollkommene Analogien zu diesem Verhältnisse auffinden.

In diesen Geweben finden wir erstens Zellen, dann Ausläufer der Zellen, die sich zu einem reichen Netze entwickeln, zu einem Netze, welches die ganze Grundsubstanz durchsetzt, und endlich Einlagerungen, welche der Grundsubstanz ihre Consistenz und ihr besonderes Gepräge verleihen. Denn darüber kann kein Zweifel herrschen, dass es diese Einlagerungen sind, welche Knochen, Knorpel und Cornea in so scharfer Weise von

[1] Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1868.

einander unterscheiden. Neuere Untersuchungen (Kassowitz und Spina) lassen darüber keinen Zweifel mehr übrig, dass sich Knorpel metaplastisch im Sinne Lieberkühn's, Strelzoff's in Knochen umgestalten könne, derart, dass die Knorpelzellen mit ihren Ausläufern zu Knochenzellen mit ihren Ausläufern werden; das Ganze aber nur seine physikalischen Eigenschaften verändert.

Wir sehen also, wir haben es in der grauen Substanz des Gehirns mit einer Anordnung zu thun, die derjenigen der Bindesubstanzen analog ist: Wir haben Zellen, ein Netzwerk und eine eingelagerte Masse, welche das Ganze durchsetzt und dem Ganzen seine Consistenz, sein Gepräge verleiht.

Was bedeutet nun, dieser Analogie zufolge, die homogene oder feingranulirte Einlagerung?

Wenn wir die Antwort ausschliesslich vom Standpunkte des Morphologen, und, auf die Analogie mit den Bindesubstanzen gestützt, geben sollen, so müssen wir sie in der folgenden Betrachtung suchen:

So lange, als sich die Histiologen der Meinung hingegeben haben, dass die Grundsubstanzen, in welchen die zelligen Elemente eingebettet liegen, als abgeschiedene, todte Massen zu betrachten seien, war es berechtigt, die feingranulirte Masse in der grauen Substanz als eine Grundsubstanz anzusehen. Diese Auffassung ist aber heute nicht mehr zulässig. Die Grundsubstanzen sind, insoweit man sie bisher an der Cornea, an der Sehne, am Knochen und Knorpel erforscht hat, aus einem dichten Netzwerk von lebender Substanz plus Einlagerung zusammengesetzt.

Wenn wir daher fragen, was in der grauen Substanz des Gehirns Grundsubstanz sei, so müssen wir, dem jetzigen Stande unseres Wissens gemäss, antworten: Das feine Netzwerk plus eingelagerter Masse.

Die weitere Discussion wird es noch rechtfertigen, wenn wir diese Antwort auch anders fassen und sagen: Alles was nicht Zelle und nicht Nervenfaser ist, rechnen wir zur Grundsubstanz.

Wird man sich aber in Zukunft bequemen wollen, den Intentionen der älteren Histiologie zu folgen, und mit dem Namen Grundsubstanz nur das Abgeschiedene, Todte zu bezeichnen, dann allerdings werden wir die homogene oder feinkörnige Masse, welche die graue Substanz durchsetzt, unbedenklich als Grund-

substanz bezeichnen können, in welche die Zellen mit den Ausläufern eingebettet sind.

Wir haben diese Antwort vom Standpunkte des Morphologen gegeben, aber die Morphologie zwingt uns, noch eine andere Betrachtung einzufügen.

Das Netz wird zum Theile durch Ausläufer von Ganglienzellen gebildet. Die Continuität der Formelemente hat nun lange Zeit hindurch als eines der besten Merkmale für die Erkenntniss der Gewebe gegolten. Wer einen marklosen Faden mit Sicherheit bestimmen wollte, dem rieth man, ihn bis zu seinem Ursprunge der Ganglienzelle, zu verfolgen.

Dieses Merkmal ist nun für das Netz gegeben; der Zusammenhang mit den Ganglienzellen ist gegeben. Ist also das Netz nicht dennoch nervöser Natur? Liegt hier nicht eine zufällige Analogie mit den Bindesubstanzen vor? Warum sollten die Nerven nicht gleichfalls so angeordnet sein können, wie Knochen, Sehne, Cornea und Knorpel?

Diesem Argumente steht nun allerdings das andere gegenüber, dass das Netz auch mit anderen Zellen in Verbindung steht, welche von den Histiologen für Bindegewebskörperchen gehalten werden.

Was sind aber Bindegewebskörperchen, könnte man fragen? Wer hat jemals sichere Merkmale für dieselben angegeben? Bindegewebskörperchen nennt man gemeinhin zellige Elemente, die im Bindegewebe gefunden werden. Die Anhänger der Hypothese von der nervösen Natur des Netzes können also füglich die Frage aufwerfen, auf welche Beweise sich ihre Gegner stützen? Wir stützen uns, können die Anhänger dieser Theorie sagen, auf den Zusammenhang des Netzes mit Nervenzellen, und halten daher das Netz für nervös. Was die Zellen, die sonst noch in dem Netze liegen, bedeuten, ist uns unbekannt.

Es kommt also zunächst darauf an, zu entscheiden, welcher Natur diese Zellen seien.

Wir haben schon bei Beschreibung der Formen darauf hingewiesen, dass man Übergänge findet von sogenannten nackten Kernen, ferner von Kernen mit wenig Protoplasma, zu Zellen

mit immer mächtigerem Zellleib. So lange wir nur das Nebeneinander der Formen kennen, hat das Wort „Übergang" nur eine morphologische, keine genetische Bedeutung. Wir glauben aber durch das Studium der Genesis einerseits, sowie durch das Studium krankhafter Rückbildungsformen andererseits dazu berechtigt zu sein, an diesem Orte das Wort „Übergang" auch im genetischen Sinne zu gebrauchen.

Wir werden hier weder auf die Genesis, noch auf die krankhaften Formen näher eingehen, da überdiese Angelegenheit in je einer besonderen Abhandlung berichtet werden wird. Wir theilen hier davon vorläufig nur so viel mit, als für die Argumentation nöthig ist.

In einer gewissen Zeit des embryonalen Lebens gibt es in der grauen Substanz noch keine Formen, die man unzweifelhaft für Ganglienzellen halten könnte. Wohl aber findet man Formen, die vermuthen lassen, dass sie Entwicklungsphasen von Ganglienzellen sind. Ferner gibt es im Embryonalleben Phasen, in welchen in der grauen Hirnrinde auch diese zweifelhaften Formen nicht gefunden werden, sondern andere zellige Elemente in Variationen, die uns hier nicht näher angehen und die bei der früher bezeichneten Gelegenheit beschrieben werden sollen.

Andererseits haben wir an der vereiternden Hirnrinde des Hundes in der Nachbarschaft des Eiterherdes Formen gesehen, die keinen Zweifel darüber lassen, dass Ganglienzellen zunächst partiell (wie in *a*, Fig. 3), d. h. mit einem Theile ihres Leibes ihren eigenthümlichen Charakter aufgeben, um den Charakter der Übergangsformen anzunehmen. Dann haben wir in solchen Hirnen Formen gesehen, die sehr wahrscheinlich von Ganglienzellen herrühren (Fig. 4, *a*), die aber ihren eigenthümlichen Habitus bereits vollständig aufgegeben haben, die mehrere Kerne besitzen, deren Zellleib fein granulirt, wie der der Übergangsformen ist, und die nur solche Ausläufer besitzen, wie sie auch den Übergangsformen zukommen.

Bedenken wir endlich, dass es eine Zeit im Embryonalleben gibt, in welcher die ganze Anlage der grauen Substanz aus Zellen besteht, an denen bis jetzt keine auffallenden Verschiedenheiten erkannt worden sind, dass nur ein kleiner Theil dieser Zellen sich zu Ganglienzellen entwickelt, während die übrigen

für das Netzwerk und die Übergangsformen aufgebracht werden, so ist es klar, dass wir berechtigt sind, die Übergangsformen als Entwicklungsformen anzusehen.

Ob jede von den Zellen der Embryonalanlage der grauen Substanz unter den geeigneten Bedingungen zu einer Ganglienzelle werden kann, oder ob diejenigen, die es wirklich werden, dazu eine besondere Prädisposition ererbt haben, können wir unentschieden lassen. Es mag sein, dass gewisse Übergangsformen desswegen zu keinen Ganglienzellen werden, weil ihnen die Disposition zur vollen Ausbildung abgeht, oder weil die Bedingungen ihrer vollen Entwicklung nicht gegeben waren. Solche Betrachtungen kann man anstellen, aber sie können unserer, auf die mikroskopischen Verhältnisse gegründeten Anschauung, dass es sich hier um Entwicklungsverhältnisse handelt, keinen Eintrag thun.

Die Anhänger der Nerventheorie könnten nun diese Argumentation zu ihren Gunsten auswerthen. Die Zellen in der grauen Substanz, können sie sagen, sind entweder Ganglienzellen oder Jugendformen derselben; das Fasernetz ist eo ipso ein Nervennetz.

Diese Argumentation hat aber auch eine Kehrseite. Wenn die Zellen stehengebliebene Jugendformen sind, so könnten auch ihre Ausläufer stehengebliebene Jugendformen, also nicht Nerven sein. Ja, diese Argumentation erschüttert selbst die Beweiskraft der Continuität mit Ganglienzellen. Wenn sich in einem Gewebe, wie wir es in der Hirnrinde des Fötus oder Neugeborenen finden, von vielen Zellen, die ein Netz bilden, nur einige zu Ganglienzellen entwickeln; wenn diese Zellen durch eine Anzahl von Ausläufern mit dem Netze der Grundsubstanz zusammenhängen, und schon vor ihrer vollen Entwicklung zusammenhingen, müssen alle diese Ausläufer nothwendig auch sich zu Nerven entwickelt haben? Können nicht einige Ausläufer gleich den anderen Zellen, das geblieben sein, was sie waren?

Wir sehen, die Hypothese von der nervösen Natur des Netzes steht auf schwachen Füssen. Kann uns aber eine so schlecht gestützte Hypothese veranlassen, die logischen Fundamente der Histiologie aufzugeben? Die Histiologie als beschreibende Wissenschaft muss die Formen zur Grundlage ihrer Eintheilung machen.

Der Form nach haben wir in der grauen Substanz das volle Analogon der Haupttypen der Bindesubstanzen erkannt. Vom Standpunkte der Histiologie müssen wir also das Netz, sammt der homogenen oder feinkörnigen Einlagerung, zu den Bindesubstanzen rechnen.

Wenn man aber darauf hinweisen sollte, dass diese Annahme einen genetischen und formellen Zusammenhang zwischen Bindegewebe und Nerven involvirt, und daher den fundamentalen Lehren der Histiogenesis widerspricht, so haben wir darauf, wie folgt, zu antworten:

Was zunächst jene genetische Theorie betrifft, dass sich Bindegewebe nur aus dem mittleren Keimblatte entwickle, so können wir von ihr ruhig Umgang nehmen. Wir haben Thatsachen vorgeführt; wir haben die Continuität des Zellleibes der Ganglien mit einem wie Bindesubstanzen gebauten Gewebe erwiesen; uns steht endlich die Thatsache zur Verfügung, dass wenigstens ein überwiegender Theil dieser Bindesubstanz aus Zellen hervorgehe, die dem äusseren Keimblatte angehören. [1]

Die früher genannte genetische Theorie aber stützt sich nur auf Behauptungen. Remak hat im Geiste der Überlieferung die Theorie aufgestellt, dass sich gewisse Systeme aus gewissen Blättern entwickeln. Dass sich aus dem mittleren Keimblatte wirklich Bindegewebe entwickelt, daran ist kein Zweifel; dass es sich aber nur daraus entwickle, ist von Remak nicht behauptet und von Niemandem erwiesen worden. Insoweit es also die Blätterlehre betrifft, haben wir Thatsachen gegen unerwiesene Behauptungen ins Feld geführt.

Nicht besser steht es mit dem Einwande, die Histiogenesis widerspräche der Annahme, dass sich Nervenelemente aus Bindegewebselementen, oder wenigstens, wie unsere Behauptung lautet, aus Elementen entwickeln, die den Bindegewebselementen analog sind.

Weiss denn Jemand was Bindegewebe ist, welche Qualitäten ihm innewohnen? Der „Terminus“ sagt nichts mehr aus, als dass es ein Gewebe ist, welches andere Gewebe verbindet. Weiss denn Jemand, ob das Bindegewebe nicht aus Formelementen besteht,

[1] Wir werden die Beweise für diesen Satz in einem zweiten Aufsatze noch näher ausführen.

die sich unter günstigen Bedingungen zu etwas Anderem hätten entwickeln können?

Die Pathologie gibt uns für eine solche Vermuthung einen sehr wichtigen Fingerzeig. Bei gewissen Erkrankungen (Entzündung, Eiterung, Neubildung) kehren die Gewebe auf ihre Jugendform zurück. Wenn die Processe stürmisch sind, werden gewisse Formelemente zu amoeboiden Zellen umgestaltet. Wenn die Processe weniger stürmisch sind, werden sie zu fibrillärem Gewebe.

Die entzündliche Umgestaltung der Haupttypen der Bindesubstanzen, ferner der Endothelien, und der Muskeln zu fibrillärem Bindegewebe, ist jetzt fast allgemein anerkannt. Die Umgestaltung von Nervenzellen und Nervenfasern (Axencylindern) zu Bindegewebe wird an andern Orten beschrieben werden. Wie nahe wird uns dadurch die Vermuthung gelegt, dass Bindegewebe in gewissen Formen mit den Muskeln, mit den Nerven genetisch verwandt sein könne?

Diese Vermuthung wird in Nichts durch die Erfahrung erschüttert, dass sich in der Regel aus fibrillärem Bindegewebe keine andere Gewebsform mehr entwickelt? Ist die Mutter mit den geschlechtslosen Nachkommen darum weniger genetisch verwandt, weil die letzteren nicht fructificirten?

Wir wollen durch diese Betrachtung nur darthun, wie wenig wir über die Natur des Bindegewebes wissen, und dass uns also die Histiogenesis keine Argumente bietet, unsere Behauptungen zu entkräften.

Wir glauben also den Beobachtungen jenen Ausdruck geben zu dürfen, auf welchen uns die Morphologie hinweist, und müssen sagen:

I. Die Ganglienzellen und ihre Axencylinderfortsätze tragen Ausläufer, welche continuirlich in ein Netzwerk der Bindesubstanz übergehen.

II. Es gibt Übergangsformen von den Zellen der Bindesubstanz zu den Ganglienzellen.

Ob aber die Bindesubstanz des centralen Nervengrau den anderen Bindesubstanzen ganz oder nur der Form nach analog ist, müssen wir für jetzt allerdings unentschieden lassen. Wir werden aber diese Frage, auf neue Thatsachen gestützt, in einer zweiten Abhandlung discutiren.

Fig. 2

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Aus dem Stirnhirn des Hundes. *a* Spitzenfortsatz. a_1 Axencylinderfortsatz. Beide mit ihren Verzweigungen.

b und b_1 verästigte Zellen mit deutlich entwickeltem Zellleib, deren Verzweigungen in das Netzwerk übergehen.

c Kerne mit Spuren von oder ohne Protoplasma, mit und ohne Ausläufer.

„ 2. *a* Gegen die Oberfläche zu gerichteter Fortsatz (Spitzenfortsatz) mit reichlicher Verzweigung.

b Zelle mit deutlichem Zellleib und Ausläufern.

c Kerne ohne Protoplasma.

f Kerne in einer Gruppe beisammen liegend.

„ 3. Entzündete Hirnrinde des Hundes aus der Umgebung des Eiterherdes. *a* Ganglienzelle in Rückbildung begriffen.

b Neue Übergangsformen.

„ 4. Dasselbe. Ganglienzellen in Rückbildung zu Übergangsformen.

Chemische Studien über Pemphigus.

Von Dr. **A. Jarisch**,
Assistenten an der dermatologischen Klinik zu Wien.

(Aus dem Laboratorium des Prof. E. Ludwig.)

Die Ätiologie des Pemphigus ist trotz vielfacher Bestrebungen noch gänzlich dunkel. Weder die klinische Beobachtung, noch die pathologisch-anatomische Untersuchung, noch die chemische Analyse des Blaseninhaltes, des Blutes und des Harnes Pemphigus-Kranker haben das Verständniss dieses tief eingreifenden Krankheitsprocesses bisher zu fördern vermocht. Die chemischen Untersuchungen verschiedener Forscher haben zu keinem einheitlichen Resultate geführt. Es schien mir daher, zumal der Pemphigus zu den selteneren Krankheitsformen gehört, von Interesse, chemische Untersuchungen über diesen Gegenstand in der von Bamberger[1] eingeschlagenen Richtung anzustellen, als ich während der Jahre 1875 und 1876 Gelegenheit hatte, auf der hiesigen dermatologischen Klinik einige Fälle von Pemphigus zu beobachten.

Bis zu der erwähnten Arbeit Bamberger's liegen nur vereinzelte Analysen des Pemphygusblaseninhaltes, des Harns und des Blutes Pemphiguskranker vor. Bamberger hat durch die Bestimmung der normalen Harnbestandtheile sich Einsicht in den Stoffwechsel verschafft und sowohl die Analyse des Blaseninhaltes als auch des Blutes eines Pemphigus-Kranken ausgeführt.

---

[1] Beitrag zur Lehre vom Pemphigus von H. Bamberger, Würzburger medic. Zeitschrift 1860. Bd. I, pag. 1.

Meine Untersuchungen erstrecken sich auf den Harn und den Blaseninhalt von zwei Kranken. Der untersuchte Blaseninhalt war stets frischen, über Nacht entstandenen Blasen entnommen und sofort der Analyse unterzogen. Der Harn wurde unter genauer Beaufsichtigung des Patienten gesammelt und die je 24stündige Menge desselben gelangte während einer längeren Zeit zur chemischen Untersuchung.

I.

J. Donath, Müllergehilfe, 33 Jahre alt, war bereits im Jahre 1874, an Pemphigus krank, in Spitalbehandlung. Anfangs April des Jahres 1875 traten neue Erscheinungen dieser Krankheit auf und der Patient meldete sich am 28. April zur Aufnahme. Er zeigte eine beträchtliche Zahl erbsen- bis hühnereigrosser Blasen an den verschiedensten Stellen des Körpers.

Untersuchung des Inhaltes der Blasen.

Der Blaseninhalt war hellgelb gefärbt, geruchlos, schwach opalisirend, von alkalischer Reaction und zeigte selbst nach längerem Stehen kein Sediment. Das specifische Gewicht mittels des Pikrometers bestimmt wurde 1,0196 gefunden.

1000 Theile der Flüssigkeit enhielten:

Wasser	941·9
Feste Stoffe	58·1
	1000·0

An organischen Bestandtheilen wurden nachgewiesen: Serumalbumin, Paraglobulin und wenig Fett. Die Asche, welche nach vorsichtigem Verbrennen des eingedampften Blaseninhaltes zurückblieb, enthielt: Chlor, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Kali, Natron, Kalk und Magnesia. Die quantitative Analyse der Asche ergab folgende Resultate:

24·619 Grm. Blasenflüssigkeit lieferten 0·209 Grm. d. i. 8·4 pro mille Asche; davon waren:

in Wasser löslich	0·1986 Grm.
in Wasser unlöslich . . .	0·0104 „

Der in Wasser lösliche Theil ergab:

Chlor	0·0849	Grm.
Schwefelsäureanhydrid (SO_3)	0·0206	„
Phosphorsäureanhydrid (P_2O_5)	Spuren	
Kali (K_2O)	0·0133	„
Natron (Na_2O)	0·0950	„
	0·2138	„
Für Chlor abzurechnender Sauerstoff	0·0191	„
Lösliche Aschenmenge aus den Einzelbestimmungen berechnet	0·1947	„
Lösliche Aschenmenge direct gefunden	0·1986	„

Der im Wasser unlösliche Theil bestand aus Phosphorsäure, Kohlensäure, Kalk und Magnesia; die quantitative Bestimmung der Bestandtheile dieses Aschenantheiles wurde wegen der geringen Menge desselben unterlassen.

Die Analyse der Asche hat demnach folgende Procentgehalte der einzelnen Bestandtheile ergeben:

Phosphorsäureanhydrid, Kohlensäureanhydrid, Kalk, Magnesia	4·97	%
Chlor	40·62	„
Schwefelsäureanhydrid	9·85	„
Kali	6·36	„
Natron	45·45	„
	107·25	„
Für Chlor abzurechnender Sauerstoff	9·15	„
	98·10	„

1000 Theile Flüssigkeit liefern an Aschenbestandtheilen:

Phosphorsäureanhydrid, Kohlensäureanhydrid, Kalk, Magnesia	0·43	
Chlor	3·48	
Schwefelsäureanhydrid	0·84	

Kali	0·54
Natron	3·89
	9·18
Für Chlor abzurechnender Sauerstoff . .	0·78
	8·40

Analyse des Harnes.

Der Harn wurde während 19 Tagen, nämlich vom 1. bis 19. Mai 1875 gesammelt und die je 24stündige Menge untersucht. Die Resultate dieser Untersuchung sind aus der auf pag. 162 mitgetheilten Tabelle ersichtlich.

In Bezug auf die bei der Bestimmung der einzelnen Harnbestandtheile angewendeten Methoden sei Folgendes bemerkt:

Die Harnstoffbestimmung wurde nach der Methode von Hüfner[1] mit unterbromigsaurem Natron ausgeführt. Die Harnsäure bestimmte ich in je 200 CC. Harn durch Ausfällen mit Salzsäure, Sammeln auf einem mit verdünnter Salzsäure gewaschenen Filter und Wägen nach dem Trocknen bei 100° C.

Das Chlor wurde in je 5 CC. Harn durch Titriren mit Silberlösung bestimmt, nachdem durch Schmelzen des Abdampfrückstandes mit Salpeter die organischen Substanzen zerstört worden waren. Ich habe das Chlor, wie allgemein gebräuchlich, in der Tabelle in der Form von Chlornatrium angeführt. Die Bestimmung der Gesammtphosphorsäure, sowie der an alkalische Erden gebundenen Phosphorsäure wurde durch Titriren mit Uranlösung ausgeführt.

Die Schwefelsäure wurde in je 100 CC. des Harnes gewichts-analytisch bestimmt.

Für die Bestimmung des Ammoniaks kam das Verfahren von Schlösing in Anwendung. Um die Fehlerquellen soviel als möglich zu verringern, wurde die Kalkmilch, welche zum Freimachen des Ammoniaks gebraucht wurde, aus frisch geglühtem Kalke und reinem Wasser bereitet und in einem gut verschliessbaren Gefässe für den Gebrauch aufbewahrt; die Versuche wurden in einem Raume vorgenommen, welcher von den Arbeits-

[1] Journal f. pract. Chemie. N. F. Bd. III, pag. 1.

Mai	24stündige Harnmenge in CC.	Durchsichtigkeit	Reaction	Specifisches Gewicht	Harnstoff	Harnsäure	Chlornatrium	Phosphorsäure gebunden an Alkalien	Phosphorsäure gebunden an alkalische Erden	Schwefelsäureanhydrid	Ammoniak
1.	2225	klar	neutral	1·017	21 08	0·30	28 48	0 66	0 34	1·77	—
2.	2280	„	sauer	1·017	33·98	0·21	25 53	0·43	1·07	2·51	—
3.	2860	„	„	1·014	30·25	0·03	22·88	1·52	0 45	2·47	—
4.	2000	„	„	1·016	28·33	0·06	22·40	0 95	0·55	2·22	—
5.	1240	„	„	1·017	24·83	0·03	10 66	0·24	0·31	3·90	—
6.	1345	„	„	1 022	22·63	0·42	18·29	1 24	0·60	3 67	—
7.	2325	„	„	1·019	25·10	0·40	31·62	2 14	0·51	2·33	—
8.	2350	„	„	1·013	23·02	Spuren	24·02	2 11	0·31	2·18	—
9.	1525	„	„	1·014	18·25	0·12	12·81	1 75	0·25	1·54	—
10.	1200	„	„	1·021	18·89	0·20	15·84	1 42	0 40	1·30	—
11.	2775	„	„	1·015	18·23	0 08	34·96	1 93	0·56	3 03	—
12.	1600	„	„	1·011	10·25	0 03	16·00	0 84	0·21	0 87	—
13.	1370	„	„	1·016	13·97	0·10	16·71	1·74	0·38	1·36	—
14.	2215	„	„	1·013	18·46	0·13	22 15	1·87	0·44	1·41	1 22
15.	2290	leicht trübe	„	1·017	19·92	0·08	31·14	2·49	0·69	2 02	—
16.	1660	klar	„	1·016	12·85	0·01	21 58	1·39	0·48	1 46	1·16
17.	2440	„	„	1·015	17·02	Spuren	34 16	1 91	0·67	1 39	0·97
18.	2400	„	„	1·016	20·31	0·14	31·20	1·80	0·67	2·22	1·15
19.	1600	„	„	1 017	14·14	0·08	24 00	1·16	0·44	1·31	0·99

localen des Laboratoriums ziemlich entfernt ist, und es wurde stets ein Controlversuch mit denselben Reagentien, jedoch ohne Harn angestellt. Durch diese Controlversuche überzeugte ich mich, dass sich bei den Bestimmungen des Ammoniaks kein nennenswerther Versuchsfehler eingeschlichen hatte.

Das Befinden des Kranken J. Donath besserte sich allmälig so weit, dass derselbe am 3. Juni aus der Klinik entlassen werden konnte.

Im Juni 1876 stellte er sich mit einem sehr intensiven Ausbruche von Pemphigus vor und wurde wieder auf die dermatologische Klinik aufgenommen. Der Patient war bis vor wenig Wochen von den Erscheinungen seiner Krankheit vollends frei geblieben und wies demnach diesmal einen viel besseren Ernährungszustand auf als im vorigen Jahre.

Untersuchung des Inhaltes der Blasen.

Ich beabsichtigte diesmal den Blaseninhalt nur auf zwei Bestandtheile zu prüfen, nämlich auf Harnstoff und Fett und verwendete daher nur den Inhalt grosser, über Nacht entstandener Blasen, der also ganz frisch war.

Die Menge der Blasenflüssigkeit, welche ich am Morgen des 18. Juni den in der verflossenen Nacht entstandenen Blasen entnahm, betrug 27·9 Grm. Das Aussehen der Flüssigkeit war genau so, wie das der früher beschriebenen, die Reaction alkalisch, das specifische Gewicht 1·0217, also etwas grösser, als bei der früheren Erkrankung.

Die gesammelte Flüssigkeit wurde mit dem fünffachen Volumen Alkohol versetzt, die gefällten Eiweisskörper und Salze nach dem Absetzen abfiltrirt, das Filtrat auf dem Wasserbade abgedampft, der Abdampfrückstand mit warmem Alkohol behandelt, die filtrirte alkoholische Lösung neuerdings abgedampft und der nun bleibende Rückstand in wenig Wasser aufgenommen; die wässerige Lösung wurde durch ein kleines Filterchen filtrirt das Filtrat bei gelinder Wärme auf ein kleines Volumen verdampft und die so erhaltene Flüssigkeit wurde, um darin Harnstoff zu suchen, folgenden Reactionen unterzogen:

1. Je ein Tröpfchen der ganz klaren Flüssigkeit wurde auf einen Objectträger gebracht, ein Tropfen Oxalsäurelösung oder farbloser, concentrirter Salpetersäure zugesetzt und nun mit einem Glasstäbchen an der Stelle des Objectträgers, wo die Flüssigkeit sich befand, gerieben. Alsbald sah man mit freiem Auge bei beiden Versuchen an den geriebenen Stellen weisse Ausscheidungen, die ganze Flüssigkeit trübte sich darauf leicht und unter dem Mikroskope zeigten sich nun reichlich Krystalle von der Form des oxalsauren, resp. salpetersauren Harnstoffes.

2. Einige Tropfen der Flüssigkeit wurden mit einer Lösung von unterbromigsaurem Natron versetzt; es trat sofort lebhafte Entwicklung kleiner Gasbläschen auf.

3. Braune, rauchende Salpetersäure zur Flüssigkeit hinzugesetzt veranlasste ebenfalls sofort lebhafte Gasentwicklung.

4. Zusatz von Kalilauge bei gewöhnlicher Temperatur veranlasste keine Ammoniakentwicklung.

5. Auf Zusatz von salpetersaurem Quecksilberoxyd zur Flüssigkeit, entstand ein weisser Niederschlag.

6. Der Rest der Lösung wurde nun mit salpetersaurem Quecksilberoxyd ausgefällt, der entstandene Niederschlag gewaschen, in Wasser vertheilt und mit Schwefelwasserstoff zersetzt; hierauf wurde das Schwefelquecksilber abfiltrirt, das Filtrat bei gelinder Wärme auf ein kleines Volumen gebracht.

Ein Tröpfchen von dieser concentrirten Flüssigkeit hinterliess beim Verdampfen auf dem Objectträger bei gewöhnlicher Zimmertemperatur Kryställchen, die unter dem Mikroskope die Formen des salpetersauren Harnstoffes zeigten; solche Krystalle entstanden sofort, wenn man ein Tröpfchen der Lösung mit einem Tropfen concentrirter, farbloser Salpetersäure versetzte. Das nach dieser Probe noch übrig gebliebene Filtrat vom Schwefelquecksilber wurde mit kohlensaurem Baryt im Überschusse versetzt, im Wasserbade zur Trockne verdampft, die trockene Masse mit heissem Alkohol extrahirt. Die filtrirte, alkoholische Lösung hinterliess beim Verdampfen auf dem Objectträger Krystalle, deren Form mit der des reinen Harnstoffes übereinstimmte.

Der Rest der alkoholischen Harnstofflösung wurde verdampft; der Rückstand sollte zur Biuretreaction dienen. Diese

Probe fiel jedoch nicht so aus, wie es zu wünschen war; die Flüssigkeit bekam einen schmutzig bräunlich-gelben Ton.

Am 23. Juni entleerte ich Morgens aus den in der vorausgegangenen Nacht entstandenen zahlreichen Blasen 18·27 Grm. Flüssigkeit.

Durch wiederholtes Ausschütteln der ganzen Flüssigkeit mit kleinen Äthermengen und Verdampfen der ätherischen Lösung wurden 0·0214 Grm. eines Rückstandes erhalten, der auf dem Wasserbade zu einem klaren gelben Fetttröpfchen schmolz, das sich als phosphorfrei erwies. 1000 Theile der Flüssigkeit lieferten demnach 1·17 Theile Fett (Ätherextract).

Die vom Fette durch Ausschütteln mit Äther befreite Flüssigkeit wurde noch zum Nachweise des Harnstoffes benützt; sie wurde mit Alkohol ausgefällt und im Übrigen dem früher unter 6 beschriebenen Verfahren unterzogen, um reinen Harnstoff abzuscheiden.

Das so erhaltene Product in einer Eprouvette erhitzt, entwickelte Ammoniak, welches durch den Geruch und die Reaction auf rothes Lackmuspapier nachgewiesen wurde, und der Rückstand in der Eprouvette ergab mit Kupfervitriollösung und Kalilauge versetzt, die Biuretreaction, indem sich die Flüssigkeit violett färbte.

Die während 5 Tagen mit den sorgfältig gesammelten Harnmengen ausgeführten Analysen ergaben Resultate, welche in der folgenden Tabelle enthalten sind:

Juni	19.	20.	21.	22.	23.
24stündige Harnmenge ..	2300	1900	1560	1410	1200
Reaction.....	neutral	sauer	sauer	sauer	sauer
Specifisches Gewicht	1·012	1·017	1·020	1·015	1·019
Harnstoff	21·70	21·32	25·93	18·97	20·63
Chlornatrium	9·66	21·28	18·72	15·22	10·56
Ammoniak....	2·51	1·06	1·15	0·78	0·89

Die verhältnissmässig grosse Ammoniakmenge des Harnes vom 19. Juni dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, dass in der ersten Harnportion schon eine Zersetzung des Harnstoffes

eingetreten war, das dadurch entstandene kohlensaure Ammoniak kann durch die nachfolgenden sauren Harnmengen desselben Tages neutralisirt worden sein; daher die neutrale Reaction des Harnes.

II.

F. Mikulaschek, 33 Jahre alt, abgemagert, stand schon im Jahre 1874 wegen erstmaliger Erkrankung an Pemphigus auf der dermatologischen Klinik in Behandlung; er verliess damals das Krankenhaus und blieb 2 Monate anscheinend gesund.

Nach dieser Zeit traten wieder Blasen auf, jedoch in geringer Zahl und nicht von bedeutender Grösse, so dass der Kranke hiedurch nicht in seinem Berufe gestört wurde. Als nach Verlauf von 10 Monaten sich abermals zahlreiche und grosse Blasen bildeten, kam der Patient auf die dermatologische Klinik und wurde daselbst am 30. Juli 1875 neuerdings aufgenommen.

Untersuchung des Inhaltes der Blasen.

Reaction alkalisch.

1000 Theile der Flüssigkeit enthielten:

Wasser	946·3
feste Stoffe	53·7
	1000·0

Zur Bestimmung des Paraglobulins und des Serumalbumins verwendete ich zwei Portionen des Blaseninhaltes, die frisch entstandenen Blasen an zwei verschiedenen Tagen entnommen waren.

I. 10·8714 Grm. klarer Blasenflüssigkeit (am Morgen des 7. August den Blasen entnommen, welche in der verflossenen Nacht entstanden waren) ergaben:

Serumalbumin	0·4122 Grm.	oder	37·9	pro mille
Paraglobulin	0·0468 „	„	4·3	„

II. Am 9. August wurde abermals frisch entstandene Blasenflüssigkeit entnommen, dieselbe enthielt etwas Fibringerinnsel und ergab bei der Untersuchung folgende Zahlen:

13·1292 Grm. Flüssigkeit lieferten:

Fibringerinnsel	0·0308 Grm.	oder	2·3	pro mille
Serumalbumin	0·3628 „	„	27·6	„
Paraglobulin	0·0738 „	„	5·6	„

Eine grössere Partie von Blaseninhalt wurde gesammelt; die einzelnen Portionen sofort, um eine Zersetzung zu vermeiden, in ein Gefäss, welches absoluten Alkohol enthielt, geleert und die alkoholische Lösung zum Nachweis des Harnstoffes benützt, indem dabei so verfahren wurde, wie ich schon früher beschrieben habe.

Ich konnte auch hier den Harnstoff deutlich nachweisen. Die Prüfung des Blaseninhaltes auf freies oder gebundenes Ammoniak, welche mehrmals vorgenommen wurde, ergab übereinstimmend ein negatives Resultat. Ich bediente mich des Schlösing'schen Verfahrens und will die Ausführung eines Versuches, der genau wie die übrigen angestellt war, mittheilen:

8·413 Grm. frischen Blaseninhaltes wurden in einer Glasschale mit 20 CC. frisch bereiteter ammoniakfreier Kalkmilch versetzt; in eine zweite flache Glasschale wurden 10 CC. Schwefelsäure von bekanntem Titre gebracht und nun beide Schalen auf eine Glasplatte gestellt und mit einer aufgeschliffenen Glasglocke rasch bedeckt. Nebenan wurden in ganz gleicher Weise unter eine zweite Glocke zwei Schalen gestellt, deren eine nur 20 CC. Kalkmilch, deren zweite 10 CC. Säure enthielt. Kalkmilch und Schwefelsäure waren für die beiden Versuche aus denselben Gefässen genommen, also von gleicher Beschaffenheit. Beide Apparate waren im Hörsaale des chemischen Institutes aufgestellt, also vor der Laboratoriumsluft geschützt.

24 Stunden nach Aufstellung der Apparate wurden die beiden Schwefelsäure enthaltenden Schalen aus den Glocken hervorgeholt, beide mit gleich vielen Tropfen Lackmustinktur vermischt und mit titrirter Kalilauge versetzt, bis neutrale Reaction auftrat. Für beide Schalen wurde gleichviel, nämlich 9·5 CC. von der Lauge verbraucht und damit erwiesen, dass aus der Blasenflüssigkeit durch Kalkmilch kein Ammoniak oder wenigstens keine nachweisbare Quantität desselben freigemacht wurde.

Harnanalyse.

Die Resultate der während 10 Tagen nach den früher beschriebenen Methoden ausgeführten Analysen sind in der folgenden Tabelle enthalten.

August	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
Harnmenge in Kubikcent. ..	1350	950	540	540	530	440	520	590	1080	600
Spec. Gewicht	1·010	1·018	1·019	1·016	1·019	1·021	1·022	1·021	1·011	1·008
Reaction	neutr.	sauer								alkal.
Harnstoff.....	9·38	14·93	10·56	9·94	11·98	13·01	14·54	17·30	18·12	15·17
Harnsäure	Spur.	0·28	0·30	0·26	0·42	0·62	0·63	0·59	0·41	0·09
Chlornatrium..	7·42	4·46	1·40	1·99	0·74	0·35	0·41	0·14	0·54	1·44
Phosphorsäure	0·84	1·77	0·91	0·88	1·08	0·66	0·94	1·18	1·19	0·42
Schwefelsäure.	1·73	2·12	1·53	1·31	1·60	1·61	2·03	1·80	1·81	0·68

Der leidende Zustand des seiner Oberhaut grösstentheils beraubten Kranken machte es nothwendig, denselben täglich durch 6 Stunden in das Wasserbett zu legen. Der Werth der durch die Analyse gewonnenen Zahlen, ist dadurch bedeutend verringert, denn es ist nicht bekannt, welchen Einfluss das continuirliche Bad auf die Beschaffenheit des Harnes nimmt; überdies fehlt die Gewissheit, dass immer die 24stündige Menge erhalten wurde.

Prof. E. Ludwig theilt mir eine Analyse des Blaseninhaltes eines an Pemphigus Erkrankten (Pichler) mit, welche er auf Wunsch des Prof. v. Hebra im Jahre 1875 ausgeführt hat. Die Ergebnisse dieser Analyse sind: Das Vorhandensein des Harnstoffes, welches durch alle wichtigen Reactionen constatirt wurde.

Eine Portion der Flüssigkeit (47 Grm.) ergab für 1000 Theile 59 Theile feste Bestandtheile, worunter 8·1 Asche.

Eine quantitative Bestimmung des Harnstoffes in der Blasenflüssigkeit desselben Kranken ergab 0·07 Proc.

Die Untersuchungen des Harnes von dem Kranken Donath haben bei Berücksichtigung der Lebensverhältnisse des Kranken

keine so auffälligen Abweichungen von der Norm ergeben (abnorme Harnbestandtheile fehlten), dass daraus ein Schluss auf wesentlich veränderte chemische Vorgänge im Organismus gezogen werden könnte; es ist gegenüber dem von Bamberger untersuchten Krankheitsfalle hervorzuheben, dass die Menge des Ammoniaks im Harne nicht grösser gefunden wurde, als sie der normale Harn aufweist.

Was die Zusammensetzung des Inhaltes der Pemphigusblasen betrifft, so hat mir die Untersuchung desselben in Übereinstimmung mit Bamberger bis auf den Ammoniakgehalt (in welcher Hinsicht unsere Resultate von einander divergiren) ergeben, dass kein qualitativer Unterschied gegenüber dem Blutserum und den häufig vorkommenden Transsudaten existirt.

In quantitativer Hinsicht ist nur ein Unterschied im Eiweissgehalte beobachtet worden; der Gehalt an Salzen (Aschenbestandtheilen) ist in beiden Fällen gleich.

Die Untersuchung der Flüssigkeit aus Brandblasen hat mir ergeben, dass dieselbe mit dem Pemphigusblaseninhalte grosse Ähnlichkeit zeigt und dass ein erheblicher Unterschied nur im Eiweissgehalte besteht.

25 CC. Brandblasenflüssigkeit ergaben 1·7064 Grm. trockenen Rückstand; ferner 0·2122 Grm. Asche, von dieser letzteren waren 0·0076 Grm. in Wasser unlöslich. Die lösliche Asche lieferte 0·2094 Grm. Chlorkalium + Chlornatrium und bei deren Trennung mit Platinchlorid 0·0305 Grm. Kaliumplatinchlorid.

Die folgende Tabelle enthält für je 1000 Theile Blutserum (nach den Analysen von C. Schmidt)[1] Pemphigusblaseninhalt und Brandblasenflüssigkeit die analytischen Ergebnisse:

In 1000 Theilen	Blutplasma	Pemphigus Donath	Pemphigus Pichler	Brandblasen
Wasser	901·51	941·9	941·0	931·74
Fester Rückstand	98·49	58·1	59·0	68·26
Anorgan. Salze (Asche)	8·51	8·48	8·1	8·49
Kali	0·261	0·540	—	0·232
Natron	3·156	3·858	—	4·244

[1] Gorup-Besanez, Lehrbuch der physiol. Chemie 1867, p. 319.

Das Vorkommen des Harnstoffes in der Pemphigusblasenflüssigkeit ist in den zwei von mir und dem einen von Prof. E. Ludwig beobachteten Fällen unzweifelhaft nachgewiesen; hingegen enthielt die Flüssigkeit in den von mir untersuchten Fällen (Prof. Ludwig hat in seinem Falle nach dieser Richtung nicht geprüft) kein Ammoniak.

Das Vorhandensein von Harnstoff in der Pemphigusblasenflüssigkeit erklärt sich einfach daraus, dass dieselbe die Natur der Transsudate besitzt, in denen, sowie im Blutplasma der Harnstoff als ein normaler Bestandtheil nachgewiesen ist.

Bamberger fand in dem von ihm beobachteten Falle Ammoniak sowohl im Blaseninhalte, als im Harne und Blute; er weist auf die Möglichkeit hin, dass in pathogenetischer Beziehung in der Anwesenheit von Ammoniak ein wichtiger Factor der Krankheit gelegen sein könne. Diese Vermuthung hat sich in den von mir beobachteten Fällen nicht bestätigt. Die verschiedenen Resultate unserer Untersuchungen dürften auf das verschiedene Stadium der Krankheit zurück zu führen sein. Das im Blaseninhalte von Bamberger gefundene Ammoniak könnte aus ursprünglich vorhandenem Harnstoffe sich gebildet haben.

XVIII. SITZUNG VOM 17. JULI 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg übernimmt als Alterspräsident den Vorsitz.

Das k. k. Ackerbauministerium übermittelt ein Exemplar der von diesem Ministerium anlässlich der vorjährigen Weltausstellung in Paris herausgegebenen Pläne landwirthschaftlicher Bauten des Kleingrundbesitzes in Österreich.

Das w. M. Herr Hofrath v. Brücke übermittelt die Jahrgänge 1877 und 1878 der von Herrn Prof. Karl Ludwig herausgegebenen „Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig."

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet von seinen „Untersuchungen über die Lebermoose" die eben erschienene fünfte Fortsetzung, welche unter Mitwirkung des Herrn M. Waldner, Assistenten am botanischen Institute der dortigen Universität, verfasst ist und die „Anthoceroteen" behandelt.

Herr Gustav Retzius, Professor des Karolingischen Instituts in Stockholm, übersendet sein Werk: „Finska Kranier jämte några Natur- och Literatur-Studier inom andra områden- och Finsk Antropologi". Stockholm 1878. Gr. folio. Geb. mit 28 Tafeln und zahlreichen Abbildungen.

Das w. M. Herr Prof. v. Lang übersendet eine im physikalischen Cabinete der Wiener Universität ausgeführte Arbeit von Herrn Prof. Dr. Franz Exner: „Über die Ursache der Elektricitäts-Erregung beim Contact heterogener Metalle."

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung unter dem Titel: „Studien über Entwicklung der Farne."

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet eine Arbeit: „Über die Vertheilung des Arsens im thierischen Organismus nach Einverleibung von arseniger Säure.“

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der respiratorischen Leistungen des Nervus vagus“, von Herrn stud. med. Julius Wagner aus dem Institute für allgemeine experimentelle Pathologie in Wien.

Das c. M. Herr Prof. Ad. Lieben übersendet eine in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeit von Herrn Dr. Z. H. Skraup: „Über die Constitution des Cinchonins und Cinchonidins.“

Das c. M. Herr Prof. E Mach in Prag übersendet

1. eine in Gemeinschaft mit H. S. Doubrawa ausgeführte Arbeit: „Beobachtungen über die Unterschiede der beiden elektrischen Zustände“;
2. eine im physikalischen Institute der Prager Universität ausgeführte Arbeit von Herrn Dr. O. Tumlirz: „Über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles in Röhren.“

Das c. M. Herr Prof. Ludwig Boltzmann in Graz übersendet eine vorläufige Mittheilung des Herrn Professor Albert v. Ettingshausen: „Über die Magnetisirung von Eisenringen“.

Herr Prof. Dr. Heinrich Streintz in Graz übersendet eine Abhandlung: „Beiträge zur Kenntniss der elastischen Nachwirkung, I.“

Das w. M. Herr Hofrath F. v. Hochstetter überreicht zwei Abhandlungen des Herrn Dr. Fritz Berwerth: „Über Nephrit aus Neu-Seeland“ und „Bowenit aus Neu-Seeland“, mit dem Ersuchen um deren Aufnahme in die Sitzungsberichte.

Das w. M. Herr Hofrath G. Tschermak legt eine in seinem Institute von Herrn M. Schuster ausgeführte Arbeit: „Über die optische Orientirung der Plagioklase“ vor.

Das w. M.: Herr Dir. Dr. Franz Steindachner überreicht eine Abhandlung über neue und seltene Arten von Fischen unter dem Titel: „Ichthyologische Beiträge (VIII).“

Das c. M. Herr Prof. v. Barth überreicht zwei in seinem Laboratorium ausgeführte Arbeiten:

1. „Untersuchungen über das Idrialin“, von Herrn Dr. Guido Goldschmiedt.

2. „Über organische Nitroprusside", von Herrn Oscar Bernheimer.

Herr Prof. v. Barth überreicht ferner eine Mittheilung aus dem chemischen Laboratorium der Universität Innsbruck:

„Über directe Einführung von Carboxylgruppen in Phenole und aromatische Säuren", von den Herren C. Senhofer und C. Brunner.

Herr Professor M. Neumayr überreicht die folgenden vier Aufsätze, für welche er um Aufnahme in den 40. Band der Denkschriften nachsucht:

1. „Geologische Beobachtungen im Gebiete des thessalischen Olymp" von M. Neumayr.

2. „Geologische Untersuchungen im nördlichen und östlichen Theile der Halbinsel Chalkidike" von M. Neumayr.

3. „Geologische Untersuchungen im südwestlichen Theile der Halbinsel Chalkidike" von Leo Burgerstein.

4. „Über den geologischen Bau des Insel Kos und die Gliederung der jungtertiären Binnenablagerungen des Archipel", von M. Neumayr, mit einem Anhang von M. Hörnes.

Herr Prof. Dr. Theodor Meynert überreicht folgende Mittheilung: „Neue Untersuchungen über Grosshirnganglien und Gehirnstamm".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia, Real de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 179. Tomo XVI. Junio 15. Habana, 1879; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. 43ᵉ année, 2ᵉ série. Tome VIII. Nr. 27. Paris, 1879; 8°.

Accademia di scienze, lettere ed arti in Modena. Tomo XVIII. Modena, 1878; gr. 4°.

— R. delle scienze di Torino: Atti. Vol. XIV. Disp. 4ª (Marzo 1879); 8°.

Ackerbau-Ministerium, k. k. in Wien: Pläne landwirthschaftlicher Bauten des Kleingrundbesitzes in Österreich und Text explicatif. Wien, 1878; fol.

Akademie, kaiserlich Leopoldino-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XV. Nr. 11—12. Halle a. S. 1879; 4°.

Akademija jugoslavenska znanosti i umietnosti: Rad. knjiga XLVII. U Zagrebu, 1879; 8°. — Jugoslavenski Imenik Bilja. Sastavio Dr. Bogoslav Šulek. U Zagrebu, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 20. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band XCV; 11. Nr. 2267. Kiel, 4879; 4°.

Bern, Universität: Akademische Gelegenheitsschriften vom Jahre 1878, 65 Stücke 4° & 8°.

Budapest, königl. Universität: Akademische Gelegenheitsschriften vom Jahre 1876—78. 9 Stücke 8° & 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1876. 2. Heft. Wien, 1879; 8°. — Für das Jahr 1877. 8. Heft. Wien, 1879; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. III. Jahrgang. Nr. 19—22, 24—28. Cöthen, 1879; 4°.

École polytechnique: Journal. 45e Cahier. Tome XXVIII. Paris, Leipzig, Londres, Berlin. Madrid, 1878; 4°.

Gesellschaft, königl. böhmische der Wissenschaften in Prag: Sitzungsberichte. Jahrgang, 1878; 8°. — Jahresbericht vom 9. Mai 1877 und 10. Mai 1878. Prag, 1877/8; 8°.

— — Abhandlungen. V. Folge, XV. Band. Prag, 1866—1875; 4°. — VI. Folge. IX. Band. Prag, 1878; 4°.

— — Beiträge zur vergleichenden Morphologie der Anneliden. I. Monographie der Euchytraeiden; von Dr. Franz Vejdovsky. Prag, 1879; fol.

— naturwissenschaftliche, Isis in Dresden: Sitzungsberichte. Jahrgang 1878. Juli bis December. Dresden, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg., Nr. 28. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 28. Wien, 1879; 4°.

Landbote, Der steirische: Organ für Landwirthschaft und Landescultur. XII. Jahrgang, Nr. 2—14. Graz, 1879; 4°.

Leitgeb, Hubert Dr.: Untersuchungen über die Lebermoose. 5. Heft. Die Anthoceroteen. Graz, 1879; 4°.

Lorenzoni, Giuseppe: Sulla Determinazione delle coordinate angolari. Venezia, 1878; 8°.

Ludwig, C.: Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. Jahrgang 1877 und 1878. Leipzig, 1878—9; 8°.

Luvini, Giovanni: Della conservazione delle ova del baco da seta in mezzi differenti dall'aria. Torino, 1879; 8°.

Nature, Vol. XX. Nr. 506. London, 1879; 4°.

Nuovo Cimento. 3ª serie. Tome V. Marzo 1879. Pisa; 8°. — Aprile, Maggio e Guigno. Pisa; 8°.

Observatory, the: A monthly Review of Astronomy. Nr. 27. July 1879. London; 8°.

Osservatorio del Collegio reale Carlo Alberto in Moncalieri. Bullettino meteorologico. Vol. XIV. 1879. Nr. 1. Torino; 4°.

— della regia Università di Torino: Bollettino. Anno XIII (1878); quer 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1879. XXIX. Band. Nr. 2. April, Mai, Juni. Wien; 4°.

Reichsforstverein, österr: Österr. Monatsschrift für Forstwesen. XXIX. Band, Juni und Juli-Heft. Wien, 1879; 8°.

Retzius, Gustaf: Finska Kranier jämte några Natur- och Literatur-Studier inom andra områden af Finsk Antropologi. Stockholm, 1878; fol.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". IXe Année, 2e Série, Nr. 2. Paris, 1879; 4°.

Società Toscana di Scienze naturali: Atti. Vol. IV. Fasc. 1. Pisa, 1879; 8°.

Société des Ingénieurs civils. Séances du 7 et 21 Fevrier, 7 et 21 Mars, 4 et 18 Avril, 2 et 16 Mai, 6 et 20 Juin 1879. Paris; 8°.

— Impériale des Naturalistes de Moscou: Bulletin. Année 1878. Nr. 4. Moscou, 1879; 8°.

— ouralienne d'Amateurs des sciences naturelles. Tome IV. Jckaterinburg, 1878; 4°.

— Linnéenne de Bordeaux: Actes. Vol. XXXII. 4e série. Tome II. Livraison 3. Bordeaux, 1878; 8°.

— Néerlandaise de Zoologie: Tijdschrift. IV. Deel. 1e & 2e Aflevering. Leiden, 1878—79; 8°.

Society, the Royal geographical: Proceedings and monthly record of Geography. Vol. I. Nr. 7. July 1879. London; 8°.

Sternwarte, k. k. in Wien: Annalen. Dritte Folge. XXVII. Bd. Jahrgang 1877. Wien, 1878; 8°.

Verein der čechischen Chemiker: Listy chemické. III. Jahrgang. Nr. 5—10. Prag, 1879; 8°.

— Siebenbürgischer für Naturwissenschaften in Hermannstadt: Verhandlungen und Mittheilungen. XXIX. Jahrgang. Hermannstadt, 1879; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 28. Wien, 1879; 4°.

Beiträge zur Kenntniss der respiratorischen Leistungen des Nervus vagus.

Vom Stud. med. **Julius Wagner.**

(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.

A. Einleitung.

Rosenthal hat in seinem Buche über die Athembewegungen[1] die Frage, ob die Erregung des Vagus einen exspiratorischen oder inspiratorischen Erfolg habe, in dem Sinne beantwortet, dass Reizung des Vagusstammes am Halse immer nur die Inspiration anrege. Starke Reize, führte er des Weiteren aus, rufen eine dauernde Inspirationsstellung hervor, während schwache Reize die periodischen Inspirationen beschleunigen. Ein exspiratorischer Stillstand komme hingegen bei Reizung des Vagusstammes nur dann zu Stande, wenn Stromschleifen auf den Nervus laryngeus superior übergehen.

Nachträglich hat aber Burkart[2] behauptet, er habe durch Reizung des Vagus, selbst dann, wenn Stromschleifen auf den Laryngeus superior ausgeschlossen waren, bald inspiratorischen, bald exspiratorischen Stillstand, bald Beschleunigung, bald Verlangsamung auftreten sehen. Burkart sah sich dadurch zu der Annahme gedrängt, dass im Vagusstamme auch unterhalb des Abganges des Laryngeus superior exspiratorische Fasern vorhanden seien, und es gelang ihm auch, solche Fasern im Nervus laryngeus inferior nachzuweisen. Burkart glaubte, die wechselnden Erfolge der Vagusreizung am Halse rühren von wechselnden

[1] Die Athembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus Berlin 1862.

[2] Pflüger's Archiv, I. Band.

Zuständen des Nerven, Ermüdung, mechanischen Insulten her, gibt aber zu, dass das Resultat noch von andern unbekannten Umständen abhänge.

Hering und Breuer[1] haben gleichfalls bei elektrischer Reizung des Vagus manchmal einen exspiratorischen Stillstand gesehen, und zwar unter Umständen, welche eine gleichzeitige Erregung des Nervus laryngeus superior ausschliessen. Ausserdem haben sie durch eine neue Methode, nämlich Vergrösserung und Verkleinerung des Lungenvolums, den Beweis angestrebt für das gleichzeitige Vorhandensein von inspirationshemmenden und inspirationsfördernden Fasern im Vagus.

Lockenberg[2] und Rosenbach[3] haben die thatsächlichen Angaben von Hering und Breuer bestätigt. Guttmann und Gad[4] hingegen behaupten, dass es ihnen nicht gelungen sei, durch Vergrösserung des Lungenvolums die Exspirationsmuskeln in Thätigkeit zu versetzen.

Dass bei der Aufblasung der Lunge ein Athmungsstillstand eintrete, geben sie zu, aber sie glauben, er sei nicht mit Nothwendigkeit für einen exspiratorischen anzusehen.

Der neueste Schriftsteller auf diesem Gebiete, Rosenbach, konnte sich wieder von der Existenz inspiratorischer Fasern im Vagus nicht überzeugen, sondern er hält dafür, dass sich im Vagusstamme nur inspirationshemmende Fasern befinden.

Dieser Stand der Frage legte es nahe, die Sache noch einmal zu prüfen.

Zunächst handelte es sich um das Betäubungsmittel. Dass es nicht zweckmässig sei, an Thieren mit intactem Sensorium zu arbeiten, ist schon aus den Versuchen meiner Vorgänger zu entnehmen. Denn bei der Vagusreizung treten dann allzu ungestüme Bewegungen ein, die es unmöglich machen, den Einfluss der Reizung auf die Athemmuskeln genau zu beobachten.

Nun konnte in Anbetracht dessen, dass die Athmungsorgane unbelästigt bleiben sollten, wodurch Inhalationen ausgeschlossen waren, nur die Wahl bleiben, entweder die Hirnrinde zu ent-

---

[1] Diese Berichte, November-Heft, 1868.

[2] Verhandlungen der Würzburger phys. med. Gesellsch. 1873.

[3] Studien über den Nervus vagus. Berlin 1873.

[4] Reichert .u Du Boir. Archiv. 1875.

fernen, oder aber Gifte zu wählen, die ins Blut gespritzt werden konnten.

Die Exstirpation der Grosshirnrinde habe ich einmal ausgeführt und wegen mannigfacher Übelstände, welche den Athmungsversuch störten, nicht wiederholt. Um nur den wesentlichsten Fehler dieser Methode zu erwähnen, hebe ich den Fortbestand einer hohen Reflexerregbarkeit hervor, der ja an und für sich geeignet ist, das Versuchsresultat zu trüben.

Dagegen hat sich mir das Chloralhydrat sehr gut bewährt. Aus den Versuchen von Heidenhain und P. Rokitansky ging schon hervor, dass das Chloralhydrat die Erregbarkeit des Athemnervencentrums herabsetze. Ich hatte also ein Mittel, bei dem ich durch allmälige Vergrösserung der Dosis die Reizbarkeit des Nervencentrums zunächst soweit herabsetzen konnte, um die Auslösung von ungestümen Reflexen zu hemmen.

B. Untersuchung.

a) Das Chloralhydrat hat nun zunächst einen eminenten Vortheil. Es lässt sich mit Hilfe desselben sowohl an Hunden, als an Kaninchen die inspirationshemmende Wirkung der Vagusreizung leicht und regelmässig nachweisen. Es genügt dazu, das Thier bis zum vollständigen Aufhören der Reflexbewegungen zu chloralisiren. Hat man dies erreicht, so wird jede Reizung des Vagus am Halse von einer mehr oder weniger langen Athmungspause beantwortet. Der Thorax sinkt im Beginn der Reizung zusammen, das Zwerchfell erschlafft, und das Thier bleibt bewegungslos liegen, bis zum Eintritte des nächsten Athemzuges.

Die Dauer dieses exspiratorischen Stillstandes ist verschieden. Bei mässig starken Reizen dauert der Stillstand einige Secunden und nimmt das Thier, wenn die Reizung andauert, seine Athmungsthätigkeit wieder auf, anfangs im verlangsamten Tempo und allmälig zur Norm zurückkehrend. Bei stärkeren Strömen wird die Reizung, wenn sie nicht allzulange währt, von dem Stillstande überdauert. Bei höheren Graden der Narkose kommt es vor, dass eine verhältnissmässig kurze Reizung von einem sehr langen Stillstande gefolgt wird, oder dass man selbst

eine Minute, ja zwei bis drei Minuten lang fortreizen kann ohne dass die geringste Athembewegung eintritt.

b) Bei ungenügender Narkose rufen schwache Reize zuweilen anfangs eine tiefe Inspiration oder mehrere solche Inspirationen mit entsprechenden activen Exspirationen hervor, und erst dann tritt Stillstand ein.

c) Die Wirkung der inspiratorischen Fasern kann man am sichersten sehen, wenn man ein tief chloralisirtes Thier allmälig aus der Narkose erwachen lässt.

Reizt man den Vagus bei einem Thiere, das soweit aus der Chloralhydratnarkose erwacht ist, um wieder Reflexbewegungen auszuführen, so tritt mitunter im Anfange der Reizung eine tiefe Inspiration, oder es treten mehrere solche Inspirationen auf, die kurzen inspiratorischen Stillständen ähnlich sehen, dann erfolgt eine Beschleunigung der Respiration, die in ausgesprochenen Fällen 50—100 Perc. von der Frequenz vor der Reizung beträgt. Dazwischen hinein fallen oft vereinzelt kurze inspiratorische Stillstände.

d) Wenn man das Thier von vorneherein nur soweit chloralisirt, dass die willkürlichen Bewegungen aufhören, so beantwortet dasselbe in der Regel eine Vagusreizung mit einer tiefen Inspiration, auf deren Höhe es kurze Zeit verweilt, und die mit einer heftigen activen Exspiration abschliesst. Dieses Spiel kann sich mehrere Male wiederholen, so dass mehrere tiefe Inspirationen mit kräftigen Exspirationsstössen abwechseln, oder es erfolgen eine oder mehrere tiefe Inspirationen, die dann in einen beschleunigten Rhythmus mit flacheren Excursionen übergehen.

Es ist aber nicht leicht, bei der sehr verschiedenen Empfänglichkeit der Hunde für das Chloralhydrat diesen Grad der Narkose zu treffen. Und so kommt es häufig, dass man schon von vorneherein einen exspiratorischen Stillstand trifft, oder dass, wie unter *b)* erwähnt wurde, zuerst einige Respirationen erfolgen und dann erst Stillstand in Exspirationsstellung eintritt.

C. Discussion.

Aus diesen Mittheilungen ergibt sich, dass ich bei schwacher Narkose vom Vagus aus in der That nur eine inspiratorische

Wirkung erzielt habe. Dieses Ergebniss spricht also im Sinne Rosenthal's.

Wir haben aber durch die unter *a)* aufgeführten Versuche Umstände kennen gelernt, unter denen die Vagusreizung regelmässig nur einen inspirationshemmenden Einfluss äussert.

Diese Umstände wurden durch das Chloralhydrat herbeigeführt. Das Chloralhydrat muss also den Athemnervenapparat in dem Sinne umgestalten, dass die inspiratorische Wirkung der Vagusreizung wegfällt.

Diese Umgestaltung kann die peripheren Nerven, oder die Nervencentra, oder beide zugleich betreffen.

Eine Wirkung des Chloralhydrats auf die Centra ist uns bekannt, von einer Wirkung auf die peripheren Nerven wissen wir aber bis jetzt nichts. Diese eine bekannte Wirkung auf das Centrum reicht, wie ich gleich zeigen werde, aus, um die Erscheinung zu erklären. Wir dürfen daher, insoweit es sich nur um diese Erklärung handelt, die immerhin mögliche Wirkung des Chloralhydrats auf die peripheren Nerven ausser Acht lassen.

In dem Athemnervencentrum sind offenbar Apparate vorhanden, deren Erregung die Inspirationsmuskeln zur Zuckung bringt. Diese Erregung ist, wie man mit genügender Motivirung annimmt, de norma eine Consequenz des Chemismus.

Es unterliegt auch keinem Zweifel, dass dieses Centrum unabhängig von peripheren Vagusfasern rhythmisch erregt werden kann, zumal ja die Thiere mit durchschnittenen Vagis noch rhythmisch athmen.

Die Vagi müssen aber nothwendig Fasern enthalten, welche in centripetaler Leitung diese Erregung unterstützen. Denn die Reizung der Vagusstämme am Halse vermehrt unter Umständen die Frequenz, die Dauer und die Grösse der Muskelzuckungen.

Das Chloralhydrat setzt, wie schon citirt wurde, die Erregbarkeit des Centralnervensystems herab. Man kann, wie Heidenhain zuerst gezeigt hat, bei einer gewissen Tiefe der Narkose reflectorisch keine Blutdrucksteigerung auslösen; selbst directe elektrische Reizung des Halsmarkes ruft relativ geringe Blutdrucksteigerung und geringe Stammesmuskelzuckung hervor.

Im Einklange hiemit steht die Erscheinung, dass schon bei mässiger Narkose Reizung des Vagus am Halse nur die Inspira-

tionsmuskeln und keine andern Stammesmuskeln zur Zuckung anregt. Wir müssen ja annehmen, dass die letzteren schwerer erregbar sind, als die ersteren, zumal die Athemmuskeln rhythmisch thätig sind, während die Stammesmuskeln de norma erst dann zucken, wenn sich zu den in der oblongata vorhandenen Reizen andere (Willens- oder Reflex- oder toxische) Impulse gesellen.

Es ist also verständlich, dass, wenn die Erregbarkeit des Centralnervenapparates zu einer gewissen Stufe herabgesetzt ist, dann durch Reizung des Vagusstammes nur noch die leichter erregbaren Inspirationscentren zu stärkerer Thätigkeit angeregt werden, nicht mehr aber die ohnehin schwerer erregbaren Centren der andern Stammesmuskeln.

Vergrössert man die Dosis Chloralhydrat, so gelangt man, wie ich beschrieben habe, bald auf eine Stufe, in der man durch Reizung des Vagusstammes auch die Centren der Inspiration nicht mehr anregen kann.

Betrachten wir das Athemnervencentrum in diesem Zustande, wie es sich abgesehen von der Vagusreizung gestaltet. Die durch den innern Chemismus ausgelösten Athmungen nehmen an Frequenz und Tiefe ab. Steigt man mit der Dosis des Giftes, so reicht endlich der innere Chemismus nicht mehr aus, um überhaupt Athmungen anzuregen. Die Thiere sterben.

So ist es also auch verständlich, warum Reizung des Vagusstammes bei einer gewissen Tiefe der Narkose keine Inspirationen mehr anregt.

Ich habe aber früher mitgetheilt, dass bei diesem Stande der Narkose durch Reizung des Vagusstammes die Inspirationen nicht nur nicht angeregt, sondern gehemmt werden.

Um diese Erscheinung discutiren zu können, müssen wir uns noch mit einer Versuchsreihe beschäftigen.

D. Untersuchung.

Ich habe auch die Versuche von Hering und Breuer mit Aufblasung der Lunge wiederholt, in der Hoffnung, den Widerspruch zwischen den Angaben dieser Forscher und denen von Guttmann und Gad aufzuklären.

Die ersten Versuche wurden an Kaninchen angestellt in der Art, dass Apnoë erzeugt wurde und, nachdem am Schlusse die

Lunge aufgeblasen worden war, der Athmungsschlauch abgeklemmt wurde, so dass die Lungen des Thieres nur mit dem Schreibeapparate in Verbindung standen. Oder es wurde ohne vorherige künstliche Respiration sogleich die Lunge aufgeblasen und der Schlauch abgeschlossen.

In beiden Fällen trat eine mehr oder weniger lange Pause ein, während welcher das Thier vollkommen ruhig da lag, um endlich die Athmung mit einer Inspiration zu beginnen, der bald mehrere, allmälig tiefer werdende Inspirationen folgten.

Dasselbe Resultat erhielt ich öfters an Hunden; an diesen Thieren sah ich aber auch häufig genug die von Hering und Breuer beschriebene Erscheinung, nämlich nach einer verschieden langen Pause in Ruhelage eine allmälig zunehmende Contraction der Bauchmuskeln.

Man muss nun bei diesen Versuchen zwei Momente auseinanderhalten: die Respirationspause und die verstärkten exspiratorischen Bewegungen der Bauchmuskeln.

Die erstere tritt fast immer auf; sie fehlt nur mitunter bei nicht, oder sehr schwach narkotisirten Thieren. Ihre Dauer wird durch dieselben Umstände verlängert, unter denen auch das Auftreten eines exspiratorischen Stillstandes auf elektrische Vagusreizung begünstigt wird, also besonders bei höheren Graden der Narkose. Die Dauer der Pause ist dann oft eine unverhältnissmässig lange, ja es ist vorgekommen, dass das Thier, wenn der Athemschlauch nicht früher wieder geöffnet wurde, überhaupt keine Athembewegungen mehr machte, so lange die Lunge aufgeblasen blieb, und in diesem Zustande zu Grunde ging.

Die Bauchmuskelcontractionen waren aber in der Regel nur dann zu sehen, wenn das Thier schon vor der Aufblasung seine Exspirationsmuskeln wirken liess; Thiere, bei denen die Exspiration bloss durch die elastischen Kräfte des Thorax erfolgte, lagen auch nach der Aufblasung ruhig da, ohne eine exspiratorische Anstrengung zu machen.

Nun ist die active Exspiration bei Hunden kein seltenes Ereigniss, ja sie ist zuweilen auch bei tiefer Narkose wahrnehmbar.

Damit dürfte sich der Widerspruch zwischen Guttmann und Gad einer-, und Hering und Breuer anderseits aufklären.

Hering und Breuer haben hauptsächlich an Hunden und Katzen gearbeitet, die mit Opium narkotisirt waren, und von denen sie selbst zugeben, dass sie activ und zwar mit verhältnissmässig bedeutender Kraft exspirirten. Guttmann und Gad dagegen stellten ihre Versuche an Kaninchen an, die mit Chloralhydrat narkotisirt waren und nicht activ exspirirten.

Es ist übrigens kein seltenes Vorkommen, dass der exspiratorische Stillstand, der auf elektrische Vagusreizung eintritt, von einer allerdings meist geringfügigen Contraction der Bauchmuskeln begleitet wird. Ja es kam bei einem Hunde vor, dass jede Reizung des centralen Vagusstumpfes eine energische Contraction der Bauchmuskeln auslöste, die während der ganzen Dauer der Reizung anhielt.

E. Discussion.

Der exspiratorische Stillstand, welcher bei tiefer Narkose vom Vagus aus zu erzielen ist, zwingt noch nicht zu der Annahme, dass der Vagus inspirationshemmende Fasern führe. Es ist denkbar, dass ein- und dieselbe Faserart auf die Centren bald anregend, bald hemmend wirke, je nach dem Chemismus, der in ihnen vorwaltet.

Zur Versinnlichung dieser Möglichkeit will ich das folgende Schema wählen. Denken wir uns, dass die Erregbarkeit des Centralapparates je nach der zunehmenden Säuerung oder Alkalescenz steige oder falle. Denken wir uns, dass bis zu einer gewissen Stufe der Erregbarkeit die Alkalescenz, bei einer andern die Säuerung vorwiege. Denken wir uns endlich, dass der centripetalleitende Nerv durch seine Impulse nur den bestehenden Process intensiver mache; dann ist es auch denkbar, dass ein und derselbe Nerv, bei einem gewissen Zustande der Centren, die Inspiration anrege, bei einem anderen Zustande aber hemme.

Der Umstand jedoch, dass man zu einer Zeit, da die Reizung des Vagusstammes noch Inspiration anregt, durch eine Aufblasung der Lunge eine Inspirationshemmung erzielen kann, spricht nicht zu Gunsten einer solchen Deutung. Es wird dadurch wahrscheinlicher, dass die Hemmung der Inspiration, welche

durch die Reizung des Vagus bei tiefer Narkose auftritt, auf Rechnung besonderer hemmender Nervenfasern zu setzen ist.

In demselben Sinne sprechen auch die Versuche am Laryngeus superior, dessen Reizung gleichfalls hemmend wirkt bei einem Stande der Narkose, bei welchem Vagusreizung die Inspiratoren anregt.

Kehren wir jetzt zu der früher, pag. 5, discutirten Frage über die Inspirationshemmung zurück.

Wir reichen nunmehr auch zur Erklärung der Inspirationshemmung mit der Annahme aus, dass das Chloralhydrat nur auf die Centren wirkt. Denn es ist ganz verständlich, dass bei einer Reizung beider Faserarten die Inspirationsförderer dominiren, insolange der Centralapparat sehr erregbar, und dass hingegen die Depressoren dominiren, wenn seine Erregbarkeit sehr niedrig ist. Hemmen und die Erregbarkeit herabsetzen, sind ja gleichsinnige Functionen.

Denken wir uns, um die Sache wieder zu versinnlichen, die Athmungshemmer beschleunigen die Säuerung. Denken wir uns ferner, dass im Zustande der Norm die sauren Producte rasch weggeschafft werden, und noch rascher, wenn die Athmungsförderer des Vagus centripetale Impulse leiten. Denken wir uns ferner, dass das Chloralhydrat das Fortschaffen der sauren Producte erschwere. Nun wird es leicht verständlich, dass, wenn diese Erschwerung eine gewisse Höhe erreicht hat, die Athmungsförderer nichts mehr leisten; dass hingegen die Depressoren, welche die sauren Producte vermehren, dominiren und die Auslösung der Athmungen hemmen.

Warum die Athmungshemmer durch eine Aufblasung schon zu einer Zeit dominirend werden, da die directe Vagusreizung noch die Inspiration anregt, wissen wir nicht. Es stehen uns zur Erklärung dieser Erscheinung vorläufig nur Vermuthungen zu Gebote, auf die ich nicht näher eingehen will.

Ich habe bei der Aufzählung meiner Versuche eines merkwürdigen Umstandes Erwähnung gethan. Ich habe mitgetheilt, dass tief narkotisirte Thiere, welchen man die Lunge aufgeblasen hat, nicht mehr zu athmen anfangen; dass sie in diesem Zustande

der Athemruhe verharren und sterben. Auf die Frage, wie es überhaupt denkbar sei, eine vitale Function durch einen Nervenreiz dauernd zu hemmen, zu tödten, kann man wieder durch den Hinweis auf das schon erwähnte Schema antworten.

Denken wir uns, die Athmungshemmer fördern die Säuerung, während die Fortschaffung der sauren Producte durch das Gift erschwert wird; so ist es leicht verständlich, dass die Anhäufung dieser Producte das Centrum schwächt und endlich lähmt. Hat man das Thier zwei bis drei Minuten in dem Zustande der Lungenaufblasung gelassen, so wird es in der That auch schwer, dasselbe durch künstliche Ventilation wieder zum Leben zu bringen.

Hoffentlich werden mich die Leser nicht missverstehen und gegen mich den Vorwurf erheben, dass ich diese Gleichnisse und die darauf gegründete Erklärung an Stelle einer Theorie setzen möchte. Ich habe die Speculation und die Gleichnisse nur eingeführt um zu zeigen, dass die Erscheinungen, welche bei verschiedenen Formen und Intensitäten der Vagusreizung einerseits, und der Chloralhydratnarkose anderseits auftreten, leicht aufeinander zu beziehen sind, dass man sie von einem Gesichtspunkte aus erklären kann.

Ich habe das Gleichniss von der Säuerung und Alkalescenz nur der Bequemlichkeit wegen gewählt. Es kann nun Jemand einherkommen und zeigen, wie die Processe in Wirklichkeit sind, dass sie mit Säuerung und Alkalescenz gar nichts zu schaffen haben. Das wird an den Thatsachen und ihrem Zusammenhange nichts ändern.

Ich glaube also, mein Versuch an dem tief narkotisirten Thiere bringe ein neues Argument für die Annahme, dass im Vagus inspirationshemmende Fasern verlaufen.

Ferner glaube ich gezeigt zu haben, dass durch die Einwände von Guttmann und Gad die Hering-Breuer'schen Angaben in ihrem Werthe nicht erschüttert werden.

Der Einwand, dass man kein Recht habe, den Stillstand als einen durch Hemmung der Inspiration entstehenden anzusehen, dass man ihn ebenso gut als Exspirationshemmung auffassen könne, da ja eigentlich der Thorax der aufgeblasenen Lunge in inspiratorischer Stellung verharre, wird durch unsere Versuche am

Vagus entkräftet. Denn hier trat der Stillstand bei collabirter Lunge und erschlafftem Zwerchfell ein.

Insofern es sich um Thiere handelt, welche nicht activ exspiriren, kann überdies von einer Hemmung der Exspiration durch Nerven gar nicht die Rede sein. Gehemmt kann nur das werden, was sich in Thätigkeit befindet. Sobald die Inspiration gehemmt ist, die Inspirationsmuskeln erschlaffen, collabirt die Lunge, und das Thier exspirirt passiv. Hindert man den Callaps der Lunge mechanisch, so ist selbstverständlich auch die Exspiration gehemmt, aber diese Hemmung ist keine directe Folge einer Nervenreizung.

Von einer nervösen Hemmung der Exspiration kann also nur dann die Rede sein, wenn die Thiere vorher activ exspirirt haben. Dann aber ist die Hemmung durch eine Aufblasung der Lunge nicht gegeben, da solche Thiere, wie schon bemerkt, die Aufblasung mit einer Contraction der Bauchmuskeln beantworten.

Die Contraction tritt allerdings nicht unmittelbar nach der Aufblasung ein. Das Thier liegt eine Zeit lang ohne irgend eine Bewegung auszuführen. Für diese Phase könnte an eine Hemmung der Inspiration und der Exspiration gedacht werden. Das späte Eintreten der activen Exspiration lässt indessen mancherlei Deutungen zu.

Eine von den möglichen Deutungen ist die, dass die active Exspiration schwer auslösbar ist, und dass daher die Reize im Centralnervensystem bis zu einer gewissen Höhe anwachsen müssen, ehe sie in Thätigkeit geräth.

Ich führe aber diese Deutung nur nebenher ein, ich wollte nur zeigen, dass die Hypothese von den Inspirationshemmern durch den Einwand von Guttmann und Gad nicht entkräftet wird.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

8.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

XIX. SITZUNG VOM 9. OCTOBER 1879.

Herr Hofrath Freih. v. Burg führt als nunmehriger Vicepräsident der Akademie den Vorsitz und begrüsst die Mitglieder der Classe bei ihrem Wiederzusammentritte nach den akademischen Ferien und speciell die neueingetretenen wirklichen Mitglieder Prof. Dr. A. Lieben und Prof. Dr. L. Barth Ritter v. Barthenau.

Bei Eröffnung der Sitzung gedenkt der Vicepräsident des Verlustes, welchen die Akademie und speciell diese Classe durch den am 29. September d. J. erfolgten Tod ihres wirklichen Mitgliedes des Herrn Hofrathes und emerit. Directors Dr. Eduard Fenzl in Wien erlitten hat.

Die Mitglieder geben ihr Beileid durch Erheben von den Sitzen kund.

Ferner gibt der Vicepräsident Nachricht von dem am 15. Juli d. J. erfolgten Ableben des correspondirenden Mitgliedes im Auslande, des kaiserl. russ. wirklichen Staatsrathes und Directors Herrn Dr. Joh. Friedrich v. Brandt in St. Petersburg.

Die Mitglieder erheben sich gleichfalls zum Zeichen des Beileides von ihren Sitzen.

Der Secretär legt folgende Dankschreiben vor:

Von Herrn Prof. Dr. Sigmund Exner in Wien für seine Wahl zum inländischen correspondirenden Mitgliede.

Von Herrn Charles Hermite in Paris für seine Wahl zum correspondirenden Mitgliede im Auslande.

Das w. M. Herr Dr. L. J. Fitzinger dankt für die ihm zur Vornahme einer wissenschaftlichen Excursion behufs Erhebungen über das Vorkommen einer bis jetzt nur höchst unvollständig bekannt gewordenen Krötenart und eines angeblich blinden Fisches bewilligte Subvention.

Die Directionen des k. k. Staatsgymnasiums in Hernals (Wien) und der k. k. Lehrerinen-Bildungsanstalt in Prag danken für die diesen Anstalten bewilligten akademischen Publicationen.

Das k. und k. Ministerium des Äussern übermittelt mit Note vom 2. September einen Bericht des k. und k. Consuls Herrn F. Micksche in Canea über ein in der Nacht vom 9. auf den 10. August d. J. dortselbst stattgefundenes Erdbeben.

Das k. k. Ministerium des Innern übermittelt die von der niederösterreichischen Statthalterei eingesendeten graphischen Darstellungen über die Eisverhältnisse der Donau und des Marchflusses im Winter 1878—79.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt zwölf Blätter Fortsetzungen der Specialkarte der österr.-ungar. Monarchie (1 : 75000).

Herr Hofrath und Director der k. k. Familien-Fideicommiss-Bibliothek M. A. Becker übersendet die Fortsetzung des als Manuskript gedruckten Kataloges der vereinten kaiserlichen Familien- und Privatbibliothek (Band II., Abtheilung 2).

Das Organisations-Comité für das am 23. Juni 1878 zu Ehren des Herrn Prof. Dr. Theodor Schwann in Lüttich veranstaltete vierzigjährige Professors-Jubiläum widmet der Akademie, welcher der Jubilar als ausländisches correspondirendes Mitglied angehört, ein Exemplar der zu diesem feierlichen Anlasse publicirten Denkschrift.

Das c. M. Herr Dr. J. Barrande in Prag übersendet einen weiteren Band (Vol. V, 1ère Partie, Text und Taf. 1—153) seines mit Unterstützung der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften herausgegebenen grossen Werkes: „Système silurien du centre de la Bohême“ und zugleich den fünften Band der im Auszuge erscheinenden Ausgabe dieses Werkes, enthaltend die „Brachiopoden“.

Der Secretär legt ein für die akademische Bibliothek bestimmtes Druckwerk des Herrn Dr. Charles Pickering in Boston, U. S. A. vor, welches betitelt ist: „Chronological History of Plants".

Herr Ministerialrath Gustav Ritter v. Wex, Oberbauleiter der Donau-Regulirungs-Commission in Wien, übersendet einige Abdrücke seiner soeben erschienenen zweiten Abhandlung mit graphischen Darstellungen: „Über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen bei gleichzeitiger Steigerung der Hochwässer in den Culturländern."

Das c. M. Herr Prof. Dr. Constantin Freiherr von Ettingshausen, derzeit in London, sendet eine vorläufige Mittheilung über die von Herrn Prof. O. Heer in seiner soeben erschienenen Schrift „Über die Aufgaben der Phyto-Paläontologie" die Resultate phylogenetischer Forschungen als „vorgefasste Meinung" bezeichnete Behauptung.

Das c. M. Herr Prof. E. Mach in Prag übersendet eine gemeinschaftlich mit Herrn J. Simonides ausgeführte Arbeit: „Weitere Untersuchung der Funkenwellen."

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn Adolf Ameseder, ord. Hörers an der technischen Hochschule in Wien: „Über rationale ebene Curven dritter und vierter Ordnung."

Herr Prof. Dr. V. Graber in Czernowitz übersendet eine Arbeit aus dem zoologischen Institute der dortigen Universität: „Über die Entwickelung des Rückengefässes und speciell der Musculatur bei Chironomus und einigen anderen Insecten", von Herrn stud. phil. Anton Jaworowski.

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Bestimmung der Polhöhe auf dem Observatorium der k. k. technischen Hochschule in Wien", von Herrn Prof. Dr. W. Tinter an der technischen Hochschule in Wien.
2. „Studien über ebene Rotationskegelschnitte, deren Parameter von gleicher Grösse sind", von Herrn Joh. Rotter, Lehrer an der Staatsgewerbeschule in Krakau.

Ferner legt der Secretär ein von dem absolvirten Techniker, Herrn Josef Taschek, d. Z. in Budweis, unter dem 4. August l. J. eingesendetes versiegeltes Schreiben mit dem Ansuchen des Einsenders um Wahrung seiner Priorität vor.

Das w. M. Herr Director E. Weiss bespricht die Entdeckung zweier Kometen, welche in der letzten Hälfte des Monates August rasch nach einander aufgefunden wurden.

Den ersten dieser Kometen entdeckte in der Nacht vom 21. August Herr Alois Palisa, ehemals Eleve der hiesigen Sternwarte, in Pola und meldete dies der kais. Akademie durch nachfolgendes Telegramm:

„Komet Alois Palisa 21. August 10 Uhr 26 Min. mittl. Polaer Zeit in AR 10^h2^m Pold. 40°54′: tägliche Bewegung $+6·3^m$ $+3'$ rund, klein aber hell.“

Der zweite Kometenfund gelang drei Tage später in der Nacht vom 24. August dem Assistenten der Sternwarte in Strassburg, Herrn Dr. E. Hartwig, welcher diesen Fund ebenfalls sofort der kais. Akademie telegraphisch meldete.

Das w. M. Herr Prof. v. Barth überreicht eine in seinem Institute von den Herren Dr. H. Weidel und G. L. Ciamician ausgeführte Untersuchung, betitelt: „Studien über die Verbindungen aus dem animalischen Theer. II. Die nichtbasischen Bestandtheile.“

Herr Professor Dr. Edmund Reitlinger überreicht in seinem und seines Mitarbeiters, des Herrn Dr. Alfred v. Urbanitzky, Namen eine Abhandlung: „Über die Erscheinungen in Geissler'schen Röhren unter äusserer Einwirkung.“ I. Abtheilung.

Herr S. Kantor, d. Z. in Wien, spricht über eine Gattung von Configurationen in der Ebene und im Raume.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique: Bulletin. 48ᵉ année, 2ᵉ série, tome XLVII, Nr. 6; tome XLVIII, Nr. 7. Bruxelles, 1879; 8⁰.

— de médecine: Bulletin: 43ᵉ année. 2ᵐᵉ série. Tome VIII. Nrs. 28—39. Paris, 1879; 8⁰.

Academy, the American of arts and sciences: Proceedings. N. S. Vol. VI. Whole series. Vol. XIV from May 1878 to May 1879. Boston, 1879; 8°.

— the royal Irish: Proceedings. Vol. I., Ser. 2. Nr. 13. April, 1879. Dublin; 8°. Vol. III. Ser. 2. Nr. 3. July 1879. Dublin; 8°

— — Transactions. Vol. XVI. Science. January, April and June 1879. Dublin; 4°.

Akademie der Wissenschaften k. b. zu München: Sitzungsberichte der mathematisch-physikalischen Classe. 1879. Heft 2. München; 8°.

— — königl. Preussische zu Berlin: Monatsbericht. Mai und Juni 1879. Berlin, 1879; 8°.

Archiv der Mathematik u. Physik LXIII. Bd., 4. Heft. Leipzig, 1879; 8°. — LXIV. Band, 1. u. 2. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 95; 12—24. Nr. 2268 bis 2280. Kiel, 1879; 4°.

Barande Joachim: Système silurien du centre de la Bohême. Ire Partie: Recherches paléontologiques. Vol. V. Classe des Mollusques. Ordre des Brachiopodes. Trois chapitres de texte et Planches. Planches 1— à 153. Prague, Paris 1879; fol. Brachiopodes. Etudes locales. Prague & Paris, 1879; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des sciences physiques et naturelles. IIIe Période, tome premier. Nr. 6. 15 Juin 1879. Tome II, Nr. 7 u. 8. 15 Juillet et 15 Août 1879. Genève, Lausanne, Paris, 1879; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. III. Jahrgang, Nr. 23, 29 bis 40. Cöthen, 1879; 4°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIX. Nrs. 1—12. Paris, 1879; 4°.

Familien- und Privat-Bibliothek Sr. Majestät des Kaisers: Die Sammlungen. II. Bandes 2. Abtheilung. Wien, 1879; folio.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XII. Jahrgang. Nr. 11, 12 & 13. Berlin, 1879; 8°.

— astronomische: Vierteljahrsschrift. XIV. Jahrgang 3. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

— k. k. der Ärzte: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1879. 2. Heft. Wien; 8°.

Gesellschaft, Naturforschende in Danzig: Schriften. N. F. IV. Bandes, 3. Heft. Danzig, 1878; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XL. Jahrgang. Nr. 29—40. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 29—40. Wien, 1879; 4°.

— — Zeitschrift. XXXI. Jahrgang. 6. u. 7., 8. u. 9. Heft. Wien, 1879; 4°.

Institut, national génevois: Mémoires. Tome quatorzième. 1878 bis 1879. Genève, 1879; 4°.

Institution, Royal of Great-Britain: Proceedings. Vol. VIII, Parts V & VI. Nrs. 68 & 69. London; 1878; 8°. — List of the Members, Officers and Professors; with the Report of the Visitors etc. in 1877. London, 1878; 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. IX. Band. Jahrgang 1877. Heft 1. Berlin, 1879; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie: Register zu den Berichten für 1867—1876. 2. Heft. Sachregister. Abfälle — Magensaft. Giessen, 1879; 8°.

Journal für praktische Chemie, von Hermann Kolbe. N. F. Band XX, 1.—4. Heft. 1879. Nr. 11, 12, 13, 14. Leipzig; 8°.

Journal, American of Mathematics pure and applied. Vol. II, Nr. 2. Baltimore, 1879; 4°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1879. 6., 7. u. 8. Heft. Wien, 1879; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt von Dr. A. Petermann. XXV. Band, 1879. 7., 8. u. 9. — Ergänzungsheft Nr. 58. Gotha; 4°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville. Journal mensuel. 23e Année. 3e Série. Tome IX, Livraison. 452—454. Août —Octobre 1879. Paris; 4°.

Musée Teyler: Archives. Vol. IV. Fascicules 2.—4. Vol. V. 1re partie. Haarlem, Paris, Leipsic, 1878; 4°.

Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin. Vol. V. Nrs. 11—14. Cambridge. June, 1879; 8°.

Nature. Vol. XX. Nrs. 507—510, 512—518. London, 1879; 4°

Pickering, Charles M. D.: Chronological History of Plants. Boston, 1879; 4°.

Reichsforstverein. österr.: Österr. Monatschrift für Forstwesen. XIX. Band. Jahrg. 1879. August-, September- bis October-Heft. Wien; 8°. — Forstrath Leopold Grabner und sein Wiener Denkmal. Wien, 1879; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik, herausgegeben von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 6. u. 7., 8. u. 9. Heft. München, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". IXe année, 2e série. Nrs. 3—14. Paris, 1879; 4°.

Schwann, Theodor: Manifestation célébrée à Liège le 23 Juin 1878 pour fêter le 40e anniversaire de son professorat. Düsseldorf, 1879; 4°.

Società italiana di Antropologia, Etnologia e Psicologia comparata: Archivio. Vol. IX. Fascicolo 2°. Firenze, 1879; 8°.

Société Belge de Microscopie: Bulletin. 4e année. Procès-verbaux; Séance du 31. Mai 1878. Bruxelles, 1878; 8°. — 5e année. Nrs. 9, 10 & 11. Bruxelles, 1879; 8°.

— de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux: Mémoires et Bulletins. 1er et 2e Fascicules. 1878. Paris, Bordeaux; 8°.

— Géologique de France. Bulletin. 3e série, t. VI. 1878. Nr. 6. Tome VII. 1879. Nr. 3. Paris, 1878—79; 8°.

— hollandaise des Sciences à Harlem: Archives Néerlandaises. Tome XIII. Livraisons 4 & 5. Harlem, Paris, Leipsic 1878; 8°. — Natuurkundige Verhandelingen. 3e série, tome III. Harlem, 1878; 4°.

— des Ingenieurs civils: Mémoires et compte rendu des travaux. 31e année, 3e série, 6e cahier. Paris, 1878; 8°. — 32 année, 3e série 1e, 2e & 3e cahier. Paris, 1879; 8°.

Society, the Royal geographical: Proceedings and monthly Record of geography. Vol. I. Nrs. 8 & 9. London, 1879; 8°.

Verein, militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XIX. Band, 1. u. 2. Heft. Wien, 1879; 8°.

— Naturwissenschaftlicher von Hamburg—Altona. Verhandlungen im Jahre 1878. N. F. III. Hamburg, 1879; 8°.

Verein, der Rheinpfalz, „Pollichia“. XXXIII. Jahresbericht. Dürkheim a. d. Haardt, 1875; 8°. — XXIV. & XXV. Jahresbericht. Dürkheim a. d. Haardt, 1877; 8°.

— physikalischer zu Frankfurt a/M.: Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1877—78. Frankfurt a/M. 1879; 8°.

Vierteljahresschrift, österreichische, für wissenschaftliche Veterinärkunde. LI. Band, 2. Heft. (Jahrgang 1879, II.) Wien, 1879; 8°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 29 bis 40. Wien, 1879; 4°.

XX. SITZUNG VOM 16. OCTOBER 1879.

Das w. M. Herr Prof. Dr. A. Rollett übersendet eine Arbeit des Herrn Dr. Otto Drasch, Assistenten am physiologischen Institute zu Graz, in welcher die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea behandelt wird.

Das c. M. Herr Prof. L. Pfaundler übersendet eine von dem Assistenten am physikalischen Cabinet der Universität zu Innsbruck, Herrn J. Schönach ausgeführte Arbeit: „Über die Löslichkeit von Gemischen aus Chlornatrium und Chlorcalium bei verschiedenen Temperaturen."

Zum Schlusse folgen einige Bemerkungen zur Abhandlung „Über die Löslichkeitsverhältnisse isomorpher Salze und ihrer Gemische," von C. v. Hauer.

Der Secretär legt folgende zwei Abhandlungen vor:

1. „Über eine Gattung von Configurationen in der Ebene und im Raume", von Herrn S. Kantor in Wien.
2. „Über die Ursachen der strengen Winter in Europa", von Herrn Michael Wolz in Wien.

Das w. M. Herr Director J. Hann überreicht eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Österreich-Ungarn."

Das w. M. Herr Hofrath v. Hauer überreicht eine Abhandlung des Herrn Prof. Dr. Rud. Hörnes in Graz: „Beiträge zu einer Monographie der Gattung *Megalodus*, mit besonderer Berücksichtigung der mesozoischen Formen."

Herr Dr. Josef Maria Eder in Wien überreicht eine Abhandlung unter dem Titel: „Ein neues chemisches Photometer mittelst Quecksilber-Oxalat zur Bestimmung der Intensität der ultravioletten Strahlen des Tageslichtes und Beiträge zur Photochemie des Quecksilberchlorides."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habaña: Anales. Tomo XVI. Julio, Agosto y Setiembre. Entrega 182. Habaña, 1879; 8°.

Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 48e année, 2e série, tome 48. Nr. 8. Bruxelles, 1879; 8°.

— royale de Copenhague: Översigt over det Forhandlinger og dets Medlemmers Arbejder i Aaret 1879. Nr. 2. Kjøbenhavn; 8°.

— — Mémoires. 5e série. Classe des sciences. Vol. XII. Nr. 4. Kjøbenhavn, 1879; 8°.

Akademie, Kaiserlich Leopoldino-Carolinisch Deutsche der Naturforscher: Leopoldina, Heft XV. Nr. 13—14, 15—16, u. 17—18. Halle a. S., 1879; 4°.

— der Wissenschaften, königl. Preussische zu Berlin: Abhandlungen. 1878. Berlin, 1879; 4°.

— — Neue Beobachtungen an Doedicurus giganteus, von H. Burmeister. Berlin, 1879; 4°. — Die chemische Natur der Meteoriten, von C. Rammiesberg. Berlin, 1879; 4°.

Akademija jugoslavenska znanosti i umjetnosti: Rad. knjiga XLVIII. U Zagrebu, 1879; 8°.

— — Fauna kornjašah trojedne kraljevine od Dr. Josipa Krasoslava Schlossera Klekovskoga. Svezak treči. U Zagrebu, 1879; 8°.

Annales des Mines. 7e série. Tome XV. 3e Livraison de 1879. Paris, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, Allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 21—29. Wien, 1879; 4°.

Comité international des Poids et Mesures: Procés-verbaux des séances de 1878. Paris, 1879; 8°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIX, Nr. 13. Paris, 1879; 4°.

Ferdinandeum für Tirol und Vorarlberg: Zeitschrift. Dritte Folge. 23. Heft. Innsbruck, 1879; 8°.

Finlands geologiska Undersökning: Beskrifning till Kartbladet Nr. 1 af K. Ad. Moberg. Helsingfors, 1878; 8°.

Gesellschaft, astronomische: Untersuchungen über die Durchmesser der Planeten Venus und Mars, von Ernst Hartwig. Leipzig, 1879; 4°. — Fundamentalcatalog für die Zonenbeobachtungen am nördlichen Himmel, von A. Auvers. Leipzig, 1879; 4°.

— deutsche geologische: Zeitschrift. XXXI. Band, 2. Heft. April bis Juni 1879. Berlin, 1879; 8°.

— königliche, der Wissenschaften zu Göttingen: Abhandlungen. XXIV. Band vom Jahre 1879. Göttingen; 4°.

— österr. für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band. August-, September- und October-Heft. Wien, 1879; 4°.

Institute, Anthropological of Great Britain and Ireland: The Journal. Vol. VIII. Nr. 4. May 1879. London; 8°.

Lombard Alexandre: Pauliciens Bulgares et Bons—Hommes en Orient et en Occident. Genève et Bale. Paris, 1879; 8°.

Museo publico de Buenos Ayres: Description physique de la République Argentine par le Dr. H. Burmeister. Tome V• et Atlas. Lépidoptères. Buenos-Aires, 1878—79; 8°.

Nature. Vol. XX. Nr. 519. London, 1879; 4°.

Observatory, the: A monthly review of Astronomy. Nr. 28—30. London, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger“. IX• année, 2• série. Nr. 15. Paris, 1879; 4°.

Société des Sciences de Finlande: Observations météorologiques, Années 1875 & 1876. Helsingfors, 1878; 8°.

— — Öfversigt af Förhandlingar. XIX & XX. 1876—77, 1877—78. Helsingfors, 1878; 8°.

— — Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk. 27—31 Häftet. Helsingfors, 1878—79; 8°. — Carl von Linné som Läkare och Hans Betydelse för den medicinska Vetenskapen i Sverige af Otto E. A. Hjelt. Helsingfors, 1877; 8°.

— botanique de France: Bulletin. Tome XXV. 1878. Comptes rendus des séances. 4. Paris; 8°. Tome XXVI. 1879. Revue bibliographique. A—B. Paris; 8°.

— des Sciences de Nancy: Bulletin: Série 2, tome IV. Fascicule IX. 12• année, 1879. Paris; 8°.

Société entomologique de Belgique: Annales. Tome XXI. Bruxelles, Paris, Leipsic & Dresde, 1878; 8°.

— royale de Sciences de Liège: Mémoires. 2e série. Tome VII & VIII. Bruxelles, Londres, Paris & Berlin, 1878; 8°.

Society, the royal microscopical: Journal. Vol. II. Nr. 5 & 6. August and October 1879; 8°.

— the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXIX. Nr. 8. June 1879. London; 8°.

— the royal of London: Philosophical Transactions; for the year 1878. Vol. 169. Part II. London, 1879; 4°.

— the Zoological of London: Transactions. Vol. X. Part 12. London, 1879; 4°.

— Proceedings for the year 1879. Part 1. January and February. London; 8°. — Part 2. March and April. London; 8°.

Upsala, Universität: Schriften pro 1877; 11 Stücke 8° & 12°.

Wiener medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 41. Wien, 1879; 4°.

Die physiologische Regeneration des Flimmerepithels der Trachea.

Von Dr. **Otto Drasch,**
Assistenten am physiologischen Institute zu Graz.

(Mit 2 Tafeln und 5 Holzschnitten.)

Lott[1] hat für das geschichtete Plattenepithel den Beweis geliefert, dass die physiologische Regeneration desselben von den in der untersten Zellenlage befindlichen Rudimentzellen ausgeht, indem sich diese unter Zurücklassung von neuen Rudimentzellen in Folge bestimmter mechanischer Verhältnisse allmälig in die platten Zellen der Hornschichte umwandeln. Angeregt durch diese Arbeit habe ich es unternommen, auch die Cylinderepithelien, in erster Reihe das geschichtete[2] Flimmerepithel der Trachea, in analoger

---

[1] Über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien, insbesondere der geschichteten Pflasterepithelien von Gustav Lott. Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Herausgegeben von A. Rollett. Um Lott's ausschliessliches Verdienst um die Zurückführung der Zellformen in den einzelnen Schichten der Plattenepithelien auf die mechanischen Vorgänge bei der Regeneration der Plattenepithelien hier sicher zu stellen, muss ich darauf verweisen, dass W. Krause in seiner Anatomie (Hannover 1876) fünf Jahre nach dem Erscheinen der vorläufigen Mittheilung Lott's „über den feineren Bau und die physiologische Regeneration der Epithelien" im Centralblatte für medicinische Wissenschaften und drei Jahre nach der ausführlichen Veröffentlichung der betreffenden Arbeit die physiologische Regeneration der Plattenepithelien genau so darstellt, wie sie Lott zuerst aufdeckte, ohne Lott's dabei zu erwähnen. Ein Vorgang, der nur neuerdings den Beweis liefert, dass W. Krause den ihm schon von anderer Seite gemachten Vorwurf verdient, dass er es mit dem geistigen Eigenthume nicht sehr genau nimmt. Leider findet man aber in einzelnen Abhandlungen Krause und nicht Lott als den Autor jener Regenerationslehre citirt.

[2] Ich behalte den hergebrachten Ausdruck „geschichtet" hier bei, obwohl er nicht sehr zutreffend ist, da beim Trachealepithel sämmtliche Zellen bis an das elastische Fasernetz reichen.

Weise zu untersuchen. Ich hoffte auf dem Wege der directen Beobachtung zu erfahren, in welcher Weise sich die „Basalzellen" nach und nach in flimmertragende Kegelzellen umwandeln. Es ergaben sich aber im Laufe der Untersuchung auch Aufschlüsse über das Wesen und die Bedeutung der noch immer fraglichen sogenannten Becherzellen. Dass die vielgestaltigen „Basalzellen" zwischen den Flimmerzellen Ersatzzellen für diese, wenn sie ausgestossen werden, bieten, wird allgemein angenommen, bezüglich der Becherzellen aber herrschten folgende drei Anschauungen:

1. Die Becherzellen sind absterbende, in Schleimmetamorphose begriffene Zellen (Frey).[1]
2. Die Becherzellen sind einzellige Schleimdrüsen (F. E. Schultze,[2] Ranvier).[3]
3. Die Becherzellen existiren nicht im lebenden Körper, sie sind Artefacte.

Diese letztere Deutung finde ich in der Literatur zwar nur bezüglich der Becherzellen des Darmes angeführt, gebe sie hier aber wieder, weil eine gleiche Auffassung derselben Gebilde in dem Epithel der Trachea und des Darmes von Seite der Vertreter jener Ansicht sehr nahe liegt.

Zur Lösung der mir gestellten Aufgabe wählte ich das Trachealepithel des Kaninchens, Hundes, Meerschweinchens und das des Menschen und bediente mich bei der Untersuchung der Zellen derselben Methoden wie Lott.

Aus den von ihm angegebenen Macerationsflüssigkeiten[4] wählte ich sehr bald die Müller'sche Flüssigkeit, denn ich fand, dass auf Anwendung sowohl der 10percentigen Kochsalzlösung als des Natronsalpeters von derselben Concentration nicht nur der Flimmerboden abfiel, sondern die Zellen überhaupt dergestalt verändert wurden, dass, besonders in Bezug auf die „Ersatzzellen" eine richtige Orientirung nicht möglich war. Chromsäure, chromsaures Ammoniak, Überosmiumsäure in 0·5percentigen Lösungen maceriren allerdings ganz vorzüglich, aber nach einiger Zeit sind

[1] Frey: Histologie u. Histochemie. Leipzig 1876, pag. 166.

[2] F. E. Schulze: „Epithel u. Epitheldrüsen." Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. III, pag. 137.

[3] Ranvier: Traité technique d'Histologie. Paris 1875, p. 244.

[4] L. c. pag. 268.

die Präparate wegen der Härtung und Brüchigkeit zur Isolation der Zellen nicht mehr geeignet. Die Müller'sche Flüssigkeit allein gewährt den zweifachen Vortheil, dass sie die Kittsubstanz zwischen den Zellen löst, ohne diese wesentlich zu verändern, und dass noch nach Wochen die Zellen, ohne brüchig geworden zu sein, auf den Objectträger gebracht, durch sanftes Schütteln mit der Präparirnadel von einander sich trennen. Jedoch habe auch ich mich späterhin, nachdem ich den Gegenstand so in meiner Gewalt hatte, dass ich eine Täuschung bezüglich der Localisirung und Orientirung der einzelnen Zellen mit Bestimmtheit ausschliessen konnte, zur Controle obiger Flüssigkeiten bedient und namentlich die Überosmiumsäure vielfach in Anwendung gebracht. Schnittpräparate habe ich dort angefertigt, wo es sich darum handelte, Zellencomplexe in situ überblicken zu können.

In Präparaten, welche man in der Weise anfertigt, dass man mit dem Scalpell unter mässigem Drucke über die Schleimhaut der Trachea, die zum Mindesten 36 Stunden in Müller'scher Flüssigkeit gelegen war,[1] hinwegzieht und den erhaltenen Brei auf den Objectträger bringt, fallen sofort folgende Bilder ins Auge. Man sieht zunächst Zellengruppen, welche, die ganze Dicke des Epithels darstellend, gleichsam einem Schnitte senkrecht auf die Oberfläche des Epithels entsprechen. Sehr oft bildet nur eine Lage von Zellen, jene auf die Anordnung der Zellen neben einander, etwa in der Querrichtung der Trachea bezogen, diese Gruppen (Taf. I, Fig. I).

Solche Gruppen nun zeigen auf der einen Seite die Flimmern, an der gegenüber liegenden Seite sind sie durch eine feine, stark lichtbrechende Zickzacklinie abgegrenzt (Taf. I, Fig. I. *z*).

In geringer Entfernung von dieser Grenzlinie nach oben[2] zu, liegen mehr minder ovale Kerne (Taf. I, Fig. I, k), welche so gelagert sind, dass ihre unteren Enden nahezu gleich weit von der Grenzlinie abstehen.

---

[1] Wenn im Folgenden nicht ausdrücklich eine andere Macerationsflüssigkeit angeführt ist, so wird immer die Maceration in Müller'scher Flüssigkeit vorausgesetzt. Ebenso bemerke ich, dass ich fast durchgehends mit Hartnack, Oc. 2, Objct. IX, arbeitete.

[2] Es ist selbstverständlich, dass der Ausdruck „oben" für die Richtung nach den Flimmern, „unten" für jene nach dem elastischen Fasernetz zu gilt.

Diese Kerne gehören den „Basalzellen“ an, Zellen, welche bezüglich ihrer Grösse und Gestalt sehr verschieden sind und zwischen welchen die Fortsätze der Flimmerzellen sich zu verlieren scheinen.

Hat man aber einen Zellencomplex vor sich, aus dem einige dieser Zellen herausgefallen sind, so kann man sich ohne weiters überzeugen, dass die Fortsätze der Flimmerzellen genau der ganzen Dicke des Epithels entsprechen (Taf. I, Fig. I, *f*). Dann folgen runde und ovale Kerne neben und über einander und endlich schliessen ausgesprochen ovale Kerne die Kernregion in der Weise ab, dass ihre oberen Enden wieder fast gleich weit von den Flimmern entfernt sind (Taf. I, Fig. I, *K'*).

Vereinzelt jedoch findet man auch Kerne, welche ausgesprochen über der Kernregion liegen. Betrachtet man aber die betreffende Zelle genauer, so sieht man, dass, und zwar ohne einer *Laesio continui*, auch ihr oberes Ende über das Niveau ihrer Nachbarzellen reicht (Fig. I, *K''*).

Weiters findet man vollständig isolirte Flimmerzellen, keilförmige Zellen mit Fortsätzen ohne Flimmern, Zellen, welche den façettirten Zellen und Flügelzellen im geschichteten Pflasterepithel entsprechen, und endlich „Becherzellen.“ Ich lasse nun die nähere Beschreibung aller dieser Zellformen folgen.

Was die flimmertragenden Zellen betrifft, kann man sie eintheilen in solche, welche nur einen Fortsatz haben und solche, welche deren mehrere besitzen. Die erste Form ist die allgemein bekannte und man bildet sie gewöhnlich mit spitz zulaufendem Fortsatze ab. Dieses trifft jedoch nur für die wenigsten Individuen zu. Bei weitaus dem grössten Theile derselben endet der Fortsatz mit einer kleineren (Taf. I, Fig. II, 25, 26, *p*) oder grösseren (Taf. I, Fig. II, 24, *p*) Pyramide, oder inserirt sich, was aber wieder zu den Seltenheiten gehört, in eine Platte (Taf. I, Fig. VI, 12, *p*). Ist die Pyramide klein, so erscheint sie an der Basis eben (Taf. I, Fig. II, 25, 26). Die grösseren Pyramiden zeigen eine gezackte Grundfläche (Taf. I, Fig. II, 24). Der Kern der Zelle ist oval nach der Längsrichtung der Zelle, doppelt contourirt und grob granulirt. Die feine Granulation des Zellprotoplasmas, setzt sich aber nicht in den Fortsatz fort, sondern verliert sich allmälig in diesen, welcher, sowie die Pyramide oder im gegebenen Falle die Platte

homogen erscheint und ein sehr starkes Lichtbrechungsvermögen besitzt.

Hat man eine grössere Anzahl solcher Zellen untersucht, so muss die grosse Mannigfaltigkeit der einzelnen Zellindividuen in Bezug auf die Lage des Kernes, die Länge und Beschaffenheit des Fortsatzes ins Auge fallen. Alle Zellen haben zwar dieselbe Länge, der Antheil aber, welchen einerseits der homogene Fortsatz, anderseits der fein granulirte Zellleib daran nehmen, ist sehr verschieden.

Damit im innigen Zusammenhange ist die Lagerung und Gestalt des Kernes. In Zellen mit kurzem Fortsatze ist der Kern schmal, oval und tief herunter; in Zellen mit langem Fortsatze scheint der Kern in die Höhe gerückt, ist oval, aber seine Breite hat zugenommen. Immer aber bleibt die Entfernung von der Kernmitte bis an die Stelle, wo die feine Granulirung des Protoplasmas sich in den Fortsatz verliert, nahezu dieselbe.

Auch die seitlichen Contouren des Zellleibes und der Fortsätze sind nicht immer glatt. Namentlich besitzen Zellen mit kurzem Fortsatze an diesem sowohl, als auch am Zellleibe fast immer hervorstehende, scharf zugespitzte Ecken (Taf. I, Fig. II, 24, 25, *e*). Die flimmertragenden Zellen mit mehreren Fortsätzen sind schon durch die grobe Granulirung des Zellprotoplasmas und durch ihren Kern ausgezeichnet. Dieser ist ebenfalls doppelt contourirt, aber mehr minder rund, stark granulirt und befindet sich immer sehr tief unten (Taf. I, Fig. II, 21, 22, Fig. VI, 11). Die Fortsätze sind kurz, und sind so angeordnet, dass in dem einfachsten Falle ein Fortsatz in bestimmter Tiefe sich gabelförmig theilt (Taf. I, Fig. II, 22, 23, *f*), oder aber, dass vom Zellenleibe. wirklich mehrere Fortsätze ausgehen, welche wieder weiters zerfallen (Taf. I, Fig. VI, 10, 11, *f*, *f'*). Es kommen hier solche Mannigfaltigkeiten vor, dass es unmöglich ist, alle Formen zu beschreiben. An sämmtlichen Zellen dieser Gattung ist aber immer ein Fortsatz durch seine Dicke ausgezeichnet, welcher, homogen erscheinend, entweder mit einer Pyramide (Taf. I, Fig. II, 21, *f'*) oder einer Platte (Taf. I, Fig. VI, 11, *f'*) endigt, während die anderen Fortsätze spitz auslaufen.

Die keilförmigen Zellen mit Fortsätzen und ohne Flimmern sind grob granulirt, besitzen verschiedene Längen und haben als

Charakteristicum immer einen runden, doppelt contourirten Kern, welcher unmittelbar ober den Fortsätzen liegt.

Solcher Fortsätze sind mindestens zwei, meistens aber mehrere vorhanden; alle besitzen fast die gleiche Länge und schwellen am Ende pyramidenförmig an (Taf. I, Fig. II, 19, 20, Fig. IV, 3, Fig. VI, 9).

Ich hebe es ausdrücklich hervor, dass der runde Kern immer unmittelbar ober den Fortsätzen sich befindet, mag die keilförmige Zelle kurz oder lang sein.

Ich käme nun zu der Besprechung der Flügel- und façettirten Zellen. Da ich aber bei diesen längere Zeit werde verweilen müssen, so führe ich vorausgehend noch die Becherzellen an.

Der ausführlichen Beschreibung derselben, wie sie in der Literatur vorliegt, füge ich nur bei, dass sie ebenfalls immer mehrere Fortsätze besitzen, ihr Kern rund oder aber in der Richtung senkrecht auf die Längsachse der Zelle abgeplattet ist, und im ersten Falle tief liegt, im zweiten in die Höhe gerückt erscheint.

Die Flügel- und façettirten Zellen sind die Basalzellen der Autoren. Dazu gehören nun noch Zellen, welche ich bei der allgemeinen Aufzählung absichtlich nicht erwähnte, um keine Verwirrung in den Gegenstand zu bringen. Es sind dies kugelige oder ovoide, an einer Seite abgeplattete Zellen von wechselnder Grösse mit mehr minder ovalem Kern, welche aus den Buchten obiger Zellen herausfallen, oder zwischen die Façetten derselben passen und die ich nach dem Vorgehen Lott's Rudimentzellen nennen will. Flügel- und façettirte Zellen besitzen einen ovalen, doppelt contourirten, grob granulirten Kern. Was ihre Gestalt betrifft, kann ich auf die beigegebenen Abbildungen (Taf. I, Fig. II, 2, 3, 4, 5, 6, Fig. VI, 2, 5, 7) und die Beschreibung Lott's hinweisen. Alles dort hierüber Gesagte trifft auch hier zu mit Ausnahme der Basis der Zellen.

Flügel-, façettirte und Rudimentzellen zeigen nämlich unten nicht jene glatte, stark lichtbrechende Platte, welche Lott[1] und Rollett[2] als Fussplatten beschreiben; vielmehr erscheint das

[1] L. c. p. 269.

[2] „Über die Hornhaut" von Alexander Rollett. Handbuch der Lehre von den Geweben etc. Herausgegeben von Stricker, Bd. II, pag. 1132.

untere, allerdings stark lichtbrechende Ende dieser Zellen im Profil gezackt, so wie es im Vorausgehenden für die grösseren pyramidenförmigen Anhänge der Flimmerzellen gesagt wurde, und nur an wenigen, namentlich an Rudimentzellen mittlerer Grösse, ist eine deutliche Fussplatte zu unterscheiden. Untersucht man aber eine Gruppe von Basalzellen, welche so gelagert ist, dass die Zellen ihr Basalende dem Objective zukehren, und stellt auf diese ein, so bietet sich eine vollständig ebene Fläche dar, begrenzt von einer Zickzackcontour.

Gelingt es, dieselbe Gruppe durch Verschieben des Deckgläschens in die Profilansicht zu bekommen, so tritt, entsprechend dem Rande der Fläche, eine glänzende Zackung auf. Senkt man aber den Tubus vorsichtig, so verschwinden die Zacken und an ihrer Stelle erscheint eine Linie, deren Lichtbrechungsvermögen dem der Zacken gleich ist: sie stellt offenbar den optischen Querschnitt des untersten Theiles der glatten Fläche dar. Dies veranlasste mich, die Basalfläche der Flügel-, façettirten- und Rudimentzellen genauer zu studiren.

Schwimmen einzelne Exemplare davon im Präparate, und hat man so Gelegenheit, sie in jeder Richtung zu besehen, so zeigen sich im Falle, wo die Zellen mit ihrem unteren Ende nach oben liegen, auch in der Flächenansicht die Zacken. Stellt man auf die Spitzen der Zacken ein, so erscheinen diese glänzend, und die Fläche, von der sie ausgehen, dunkel; wird der Tubus gesenkt, werden sie dunkel und die Fläche successive hell. Die Zellen sind mithin an ihrer Basis napfförmig vertieft und die Zacken nach abwärts gerichtet. Hält man die Bilder en profil und en face der nämlichen Zelle einander gegenüber, so ergibt sich, dass jede Zelle an der Basis seitliche Eindrücke hat und in Folge der napfförmigen Vertiefung im Aufriss und Grundriss Zacken zeigen muss.

Es frägt sich nun, wie diese Zacken im lebenden Organismus sich verhalten und ferner, wie es kommt, dass Zellen, welche einzeln an der Basis napfförmig vertieft sind und nach abwärts gerichtete Spitzen zeigen, doch, wenn sie in situ mit ihren Grundflächen zusammenstossen, eine flache Ebene bilden, die im optischen Querschnitte eine stark lichtbrechende gerade Linie darstellt. Schon bei Gelegenheit des oben beschriebenen Versuches, mich von der Beschaffenheit der unteren Fläche der Basalzellen im

Zusammenhange zu überzeugen, fiel mir der Mangel an Zellgrenzen auf.

Lott beschreibt das Aussehen der Fussplatten von Zellen im Zusammenhange und fügt die Bemerkung bei, dass ihre Grenzen durch Behandlung mit Silber kaum deutlicher hervortreten. An einem Präparate, welches ich behufs Deutlicherwerden der Kerne mit Fuchsin gefärbt hatte, fiel mir zuerst eine besondere Zeichnung auf. Eine Gruppe von drei Basalzellen (Taf. I, Fig. II, 16) lag mit ihrem Basalende gegen das Objectiv gekehrt. Die freien Ränder der Zellen waren wieder gezackt, aber man konnte jetzt die Zackung auch zwischen die Zellen hinein verfolgen, indem durch den Farbstoff eine blassröthliche Färbung der Kittsubstanz eingetreten war. Senkte ich den Focus, so bot sich auch mir ein Bild dar, welches auf das Genaueste jenem glich, welches Lott zur Erläuterung seiner Beschreibung der Fussplatten beibringt. Auch an anderen, nicht tingirten Präparaten hatte ich in der Folge analoge Zeichnungen bekommen (Taf. I, Fig. II, 18). Mir war es nun klar, dass Lott in den Fehler verfiel, einen zu hohen optischen Querschnitt der Basalzellen für die Grenzen der Fussplatten gehalten zu haben. Obiger Befund bewog mich, Versilberungen vorzunehmen.

Ich versilberte zuerst das Cornealepithel des Frosches in der Weise, dass ich mit dem Scalpell das Epithel abschabte und grössere Fetzen davon in eine 0·5percentige Silberlösung brachte. In Glycerin aufgehellt, zeigen Stücke, welche ihre untere Fläche dem Beobachter zukehren, ein Mosaik, dessen Felder nicht gleich gross, sondern so beschaffen sind, dass stets grössere und kleinere mannigfach abwechseln (Taf. II, Fig. III).

Die Silberlinien, welche die Felder einschliessen, sind gezackt und greifen wie die Zähne zweier Räder ineinander. Bei tieferer Einstellung werden Silbercontouren sichtbar, welche dem optischen Querschnitte der façettirten und Flügelzellen entsprechen und endlich erscheint das bekannte polygonale Mosaik der Hornschichte. Dieselben Resultate erhielt ich auch von der Cornea des Hundes, Kaninchens und Meerschweinchens. Darauf schritt ich zur Versilberung des Trachealepithels dieser Thiere. Weil mir dabei die Methode, die ich eben beschrieben habe, misslang, schlug ich folgenden Weg ein. Ich schnitt die Trachea der Länge

nach in zwei Hälften und spannte beide in einer mit Wachs ausgegossenen Schale auf, übergoss sie mit der Silberlösung und liess diese, vor Licht geschützt, durch eine Stunde einwirken. Die gut ausgewaschenen Präparate brachte ich in wässeriges Glycerin und liess sie darin mehrere Tage liegen.

Nach dieser Zeit lässt sich das Epithel in grösseren Partien leicht abheben. Examinirt man diese ohne Weiteres, so sind an der oberen Fläche die Silbercontouren der Flimmerzellen sichtbar, an der unteren tritt ein Bild zu Tage, welches grosse Ähnlichkeit mit jenen an der unteren Fläche des Cornealepithels besitzt. Auch hier wechseln kleine Felder mit grossen ab; diese sind aber nicht polygonal, sondern elliptisch oder rundlich und die Silberlinien, welche ziemlich dick sind, zeigen keinen zickzackartigen Verlauf. Alle Präparate sind überdies so dunkel, dass man nicht wie beim Cornealepithel durch Heben und Senken des Tubus verschiedene Silberzeichnungen entsprechend den verschiedenen optischen Querschnitten der Zellen erblickt.

Lässt man aber auf ein Präparat, das mit der Basalfläche nach oben sieht, eine ziemlich concentrirte Cyankalilösung durch Drainage wirken, so bekommt man überraschende Bilder. Das Präparat quillt etwas, wird durchsichtig, die oben angeführten dicken Linien verschwinden und an ihre Stelle treten zarte, zackige Contouren, so dass zwischen den grossen und kleineren Feldern noch winzige Feldchen zum Vorschein kommen. An einzelnen Stellen congruiren die Silberbilder oft vollständig mit jenen des Cornealepithels. Es ist wohl selbstverständlich, dass diese Zeichnungen vor der Cyankaliumwirkung nur durch Niederschläge verdeckt waren, welche das angewendete Salz auflöste.

Im geschichteten Plattenepithel und im Flimmerepithel der Trachea greifen mithin die Basalzellen an ihrem untersten Theile mit Zähnen ineinander. Bei ersteren sind es die Fussplatten, welche gezähnt sind, und ihre wechselnde Grösse bedingt die verschiedene Gestalt der Felder. Für das zweite gilt dasselbe. Denn dass hier ebenfalls Fussplatten vorhanden sind, kann keinem Zweifel unterliegen. Wie erwähnt, sind sie ja an einzelnen Zellen deutlich zu unterscheiden, und wenn am optischen Querschnitte einer Basalzellengruppe, welche im Profil liegt, die gerade glänzende Linie, die das Basalende begrenzt, dasselbe Licht-

brechungsvermögen, dieselbe Dicke besitzt, wie jene, so ist man wohl berechtigt, diese Linie anzusehen als bedingt durch die Aneinanderreihung der Fussplatten sämmtlicher Zellen. Dass sie sich aber an den einzelnen Zellen nicht scharf abheben, liegt eben in der Beschaffenheit und Form der Basalenden dieser.

Die grössere Mannigfaltigkeit betreffs der Silberfelder hat aber darin seinen Grund, dass sämmtliche Zellen an der Bildung der unteren Epithelfläche Theil nehmen; die kleinsten Feldchen werden den Contouren der pyramidenförmigen Anschwellung der Flimmer- und Keilzellen entsprechen, die grösseren den der Rudimentzellen etc.

Wenn also die Zacken der Basalzellen und die der pyramidenförmigen Anschwellung der Flimmer- und Keilzellen ineinandergreifen und wenn die Basalfläche des Epithels in toto eine Ebene ist, so muss die napfförmige Vertiefung und das Abwärtsstehen der Zacken an den isolirten Zellen erst nachträglich an ihnen aufgetreten sein.

Ich glaube, dass diese Veränderung eine mechanische ist, welche durch den Macerationsprocess hervorgerufen wird, und dadurch bedingt ist, dass sich Fussplatte und Zellenprotoplasma in der Macerationsflüssigkeit verschieden zusammenziehen. Die Concavität am Basalende der Zellen kann man durch die Annahme erklären, dass die Contraction des Protoplasmas radiär vom Kerne ausgeht, und dass ihre Energie grösser ist, als die Contractionsenergie der Fussplatte, welche nur in der Fläche stattfindet. So wird diese gegen den Kern hingezogen, und zwar dort am meisten, wo ihr Abstand vom Kerne am geringsten ist. Man könnte nun den Einwurf machen, dass, wenn diese Erklärung zuträfe, die untere Epithelschichte in toto ja auch kleine, grubenartige Vertiefungen zeigen müsste.

Man braucht indessen nur zu bedenken, dass zuerst die Kittsubstanz zwischen den Zellen gelöst werden muss, bevor eine Contraction der Zellen selbst stattfinden kann. Liegt aber ein grösserer Zellencomplex vor, so bekundet dies schon, dass sich die Kittsubstanz zwischen den Zellen nicht gelöst hat, daher auch die Zellen sich nicht in dem Masse contrahiren konnten, um dadurch eine merkliche Veränderung ihrer Gestalt zu erleiden.

Die Folge davon ist, dass solche Zellengruppen nahezu jene Form beibehalten, welche ihnen im Organismus zukommt.

Gestützt auf diese Resultate meiner Untersuchungen, kann ich daher weder der Ansicht jener Autoren beipflichten, welche annehmen, dass die Basalzellen durch feine Zähne mit dem Bindegewebe sich verbinden (Langerhans,[1] F. E. Schulze),[2] noch jener, welche lange Fortsätze von Zellen in das Bindegewebe eindringen lassen (Obersteiner).[3]

Man müsste ja die feinen Zähnchen an der Basalfläche einer Zellengruppe ebenso sehen und unterscheiden können, wie die nach abwärts gerichteten Seitenzacken an isolirten Zellen und ebenso müsste man an solchen Flächenbildern doch in vereinzelten Fällen Fortsätzen begegnen, welche etwa wie Fäden an einem Ende an der Fläche haftend, flotiren. Ich habe weder das Eine noch das Andere trotz der genauesten Untersuchung constatiren können.

Nachdem ich die Formen der einzelnen isolirten Zellen genau geprüft hatte, ging ich daran, ihre Zusammengehörigkeit an Gruppen zu untersuchen, und gebrauchte hiebei die Vorsicht, mich anfänglich an solche Zellencomplexe zu halten, welche aus nur vier bis sechs Zellen zusammengesetzt waren.

Die Basalzellengruppen* kann man, im Profile betrachtet, in drei typische Formen bringen.

Einmal sind alle Zellen in einer Gruppe mehr kubisch, gedrungen, von nahezu gleicher Grösse und oben mehr minder abgerundet; die Kerne sind rund, doppelt contourirt, stark granulirt und stehen ziemlich gleich weit von den Fussplatten ab (Taf. I, Fig. II, 1).

---

[1] „Über mehrschichtige Epithelien" von Dr. Paul Langerhans. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie u. Physiologie. Bd. 58.

[2] L. c.

[3] Stricker's Handbuch, pag. 519.

* Man erhält solche, wenn man mit dem Scalpell erst ganz oberflächlich, ohne einen merklichen Druck auszuüben, über die Trachealschleimhaut hinstreicht und hierauf dieselbe Stelle mit der Schneide stärker abstreift. Dadurch werden zuerst die Flimmerzellen abgerissen und bei der abermaligen Abstreifung der Fläche erst die Basalzellen getrennt. Man sieht, dass die auf solche Art gewonnenen Gruppen noch Reste der Flimmerzellen nämlich deren abgerissene Fortsätze enthalten.

Dann findet man Gruppen, deren sämmtliche Zellen, verglichen mit denen der früheren, höher oben aber ebenfalls abgerundet sind und in der Weise keilförmig neben einander stehen, dass zwischen zwei Zellen mit schmaler Basis und breitem oberen Ende sich eine solche mit breiter Basis und schmalem oberen Ende befindet. Die Kerne sind diesen Zellformen genau angepasst, sind ebenfalls doppelt contourirt und stark granulirt (Taf. I, Fig. VI 6).

Endlich kommen Complexe zur Anschauung, an denen man zwischen den langgestreckten oder gedrungenen Zellen die Rudimentzellen mit ovalem Kern sieht (Taf. I, Fig. II, 9, Fig. VIII, 2).

Durch Combination der Charakteristica dieser drei Typen ist die grosse Mannigfaltigkeit der Basalzellengruppen bedingt, wie sie in der Regel in einem Präparate angeschwemmt sind.

In den zahlreichen Präparaten, welche ich von der Trachea des Hundes, Meerschweinchens und Kaninchens anfertigte, habe ich auch nicht eine Zelle unter den Basalzellen gefunden, deren Kern sich in Theilung befunden hätte, und nur beim Menschen stiess ich einmal auf eine Zelle mit zwei Kernen, welche ich auch abgebildet habe (Taf. I, Fig. VIII, 3).

Daher bemerke ich hier, dass mich dieser Befund bewog, im Voraus schon beim Studium der Basalzellengruppen nach Gebilden zu suchen, welche Lott's Rudimenten entsprächen, wovon ich später ausführlicher berichten werde.

Sieht man an den drei typischen Zellgruppen durch sanftes Verschieben des Präparates die Contouren der einzelnen Individuen schon ziemlich deutlich, so wird die Aneinanderfügung derselben, besonders in den combinirten Formen vollständig klar, wenn sich beim Verschieben Zellen aus den Complexen unter dem Auge des Beobachters loslösen.

Dann bemerkt man, dass unter allen Umständen die Rudimentzellen in Vertiefungen und Buchten ihrer Nachbarn liegen, dass Zellen, welche beim ersten Anblicke kubisch oder keilförmig aussehen, an irgend einer Seite Flügel zeigen, dass bei Zellen, die einen dünnen Fortsatz zwischen zwei andere Zellen zu schicken scheinen (Taf. I, Fig. II, 7), sich dieser als eine Lamelle heraus-

stellt, die oft durchlöchert ist (Taf. I, Fig. VI, 3.)[1]. Kurz man gewinnt die Überzeugung, dass die Zellen gegenseitig sich deformirten.

Genauer lassen sich diese Verhältnisse noch am optischen Querschnitte von Gruppen überblicken, welche ihr Basalende nach oben kehren, und namentlich sind es wieder versilberte Epithelien, welche in dieser Hinsicht Bilder zeigen, die an Schärfe nichts zu wünschen übrig lassen.

Man vergleiche diesbezüglich zuerst Taf. I, Fig. II, 1 mit 18. Es gibt jene den optischen Querschnitt dieser ungefähr in der Höhe des unteren Kernrandes wieder, nachdem die Gruppe 1, Taf. I, Fig. II, von links nach rechts gedreht und dann auf die Spitzen der Zellen umgewendet wurde.

Man sieht, dass, obgleich im Profile die Zellen kubisch erschienen, die Gruppe aus Flügelzellen zusammengesetzt ist.

Die Fig. Fig. V und VI, Taf. II sind versilberten Präparaten nachgebildet, und es ist jenes aus dem Epithel der Trachea des Hundes, dieses aus dem der Trachea des Kaninchens dargestellt. Beide (in Fig. V die dickeren Linien) stellen wieder den optischen Querschnitt durch die Basalzellen in ihrer Kernhöhe dar. Die runden und ovalen Felder entsprechen den Querschnitten der Rudimentzellen, die Vielgestaltigkeit der übrigen documentirt die wechselnden Formen der Flügel- und façettirten Zellen und ihr Verhalten zu einander. Besonders ziehen die Rudimentzellen bezüglich ihrer Umgebung das Augenmerk auf sich und namentlich ist Fig. VI für sie so charakteristisch, dass, wenn man alles bis jetzt von den Basalzellen Gesagte zusammenfasst, es nicht zweifelhaft sein kann, dass bei der gegenseitigen Deformirung

[1] Leider geriethen aus den Originaltafeln die Fig. VI, 3 III, 2 in Verlust. Ich muss mich daher begnügen, durch eine beiläufige Skizzirung derselben, so wie sie mir erinnerlich sind, die entstandene Lücke in Text und Tafel auszufüllen. Fig. VI, 3 stellte eine Gruppe von Basalzellen dar, deren mittlere ungefähr das Ansehen der Fig. VI 5 hatte, d. h. eine Flügelzelle war. Die Lamelle dieser zeigte einen ovoiden Substanzverlust in der Mitte. Fig. III, 3 stellte eine isolirte, vollkommen geschlossene Becherzelle dar, welche nur im unteren Theile, wo auch der Kern lag, grob granulirten Protoplasma hatte, während in dem ausgebauchten, flaschenförmigen Leib, welcher doppelte Contour zeigte, ein feines Netzwerk zu Tage trat.

derselben die Rudimentzellen eine Hauptrolle spielen. Sie sind offenbar die jüngeren im regen Wachsthume begriffenen Zellen, haben also einen höheren Grad von Eigenspannung, als die schon mehr erwachsenen[1] und werden mithin während ihres Wachsthumes in diesen die Buchten und Façetten bewirken.

Grössere Schwierigkeiten in der Auflösung bieten solche Zellgruppen, welche nebst den Basalzellen Keilzellen zeigen, und zwar liegt jene darin, über den Verlauf und die Lage der Keilzellenfortsätze zwischen den Basalzellen ins Reine zu kommen.

Es wurde bereits Eingangs erwähnt, dass die Fortsätze der Flimmerzellen bis an die Basalzellen zu verfolgen sind, sich von da ab aber zu verlieren scheinen.

So verhält es sich auch mit den Fortsätzen der Keilzellen, welche ich zuerst an den drei typischen Basalzellengruppen weiter zu verfolgen hoffte, indem ja voraussichtlich in Fällen, wo eine Keilzelle auf einer Basalzelle gleichsam rittlings aufsitzt, z. B. Fig. II, 17, Taf. I ihre Fortsätze leicht zu finden sein müssten.

Aber trotzdem ich durch Hin- und Herwalken einer Gruppe diese in jeder Richtung besehen und durchmustern konnte, war es mir nicht möglich, so lange alle Zellen im Zusammenhange blieben, über den Verlauf und die Lage der Fortsätze etwas Bestimmtes zu unterscheiden.

Sowie sich aber bei dieser Procedur nur eine Basalzelle abtrennte, trat auch irgend ein Fortsatz zu Tage. Nach zahlreichen in dieser Weise angestellten Versuchen fand ich denn, dass nur das innige Anliegen der Fortsätze an die Basalzellen ihr Erkennen erschwert, und dass in den meisten Fällen in einer zusammenhängenden Gruppe die Contouren der Basalzellen ebenso gut die optischen Ausdrücke für einen zwischen ihnen liegenden Fortsatz sein können. Ein Beispiel möge dieses näher erläutern. In Fig. II, 28, Taf. I, war das ursprüngliche Ansehen der Basalzelle *b* und der über ihr befindlichen Keilzelle genau das der Fig. *b'*; in analogem Verhältnisse stand *a* mit der darüber liegenden Flimmerzelle, so dass *a* und *b* unmittelbar aufeinander zu stossen schienen. Fortsätze waren zwischen ihnen nicht zu unterscheiden, ebenso wenig die der zu ihren Seiten liegenden Flimmerzellen.

---

[1] Lott, l. c. pag. 279.

Schon nach einigen sanften Schlägen auf das Deckgläschen präsentirte sich das Bild der Fig. II, 28, Taf. I. Die Zelle *b* fiel etwas heraus, und man sah, dass sie von der Keilzelle mit ihren zwei Fortsätzen klammerartig umfasst wurde. Die seitlichen Contouren der Zelle b_1 drückten also zugleich auch die Dicke der ihr eng anliegenden Fortsätze der Keilzelle aus.

Erst nach dieser Erfahrung konnte ich auch an einfachsten Combinationen einer Keilzelle mit Basalzellen, etwa nach Art der skizzirten Fig. *b'* Fortsätze, wenn sie durch das Walken dem Objectiv zugekehrt waren, und welche mir früher absolut entgangen waren, bestimmter ausnehmen. Es erscheint dieses alles im Widerspruch mit der Thatsache, dass gerade die Fortsätze ein grosses Lichtbrechungsvermögen besitzen. Ich kann den Widerspruch nicht lösen; wer sich aber der Mühe unterzieht, den Verlauf der Zellenfortsätze zu studiren, wird meine Angabe richtig finden.

Bezüglich der Lage der Fortsätze der Keilzellen habe ich nun gefunden, dass sie nicht nur in den Räumen, wo drei Basalzellen auf einander stossen, sondern auch zwischen den Flügeln und Façetten derselben liegen; dort wie hier sowohl, grenzen sie sehr häufig an die Fortsätze der Flimmerzellen. Mit ihren pyramidenförmigen Anschwellungen passen sie in ihnen geometrisch ähnliche Lücken ihrer Nachbarn. Daher hat man sich um jede Basalzelle eine Reihe von Fortsätzen gelagert zu denken, welche sowohl von Keil- als Flimmerzellen abgegeben werden.

Leichter lassen sich die Keilzellen, was ihre Gestalt und Form selbst betrifft, nach oben verfolgen. Zu diesem Studium dienen solche Zellgruppen, welche aus Basalzellen, keilförmigen Zellen und Flimmerzellen zusammengesetzt sind (Fig. II, 29, 30, Taf. I).

In den einfachsten Präparaten dieser Art liegt zu unterst eine Basalzelle, auf diese folgt eine keilförmige Zelle, rechts und links befinden sich Flimmerzellen, deren Fortsätze wieder so eng an die Basalzelle angeschmiegt sind, dass sie kaum gesehen werden können.

Die keilförmige Zelle liegt zwischen den Flimmerzellen, welche oben einander berühren, und zwar mit der Berührungsfläche um so tiefer herabreichen, je kürzer die zwischen ihnen befindliche Keilzelle ist.

Hat man hinlänglich viele Präparate geprüft und vergegenwärtigt man sich zugleich die schon erwähnte Verschiedenheit der Länge der isolirten keilförmigen Zellen, so stellt es sich heraus, dass die Länge des Keiles das Maximum erreicht hat, wenn dieser mit seiner Schneide bis an den Flimmerboden seiner zwei Nachbarzellen vorgedrungen ist.

Dieses ergibt sich, wenn man die untersuchten Präparate ohne weitere mechanische Eingriffe vergleichend neben einander reiht, so dass man wohl die Behauptung aufstellen kann, dass die verschieden langen Keilzellen eine Reihe von Übergangsstadien darstellen, an deren Ende eine Keilzelle steht, welche mit ihrer Länge der Dicke des Epithels entspricht.

Weiters kann man aber in denselben Präparaten noch eine auffallende Veränderung in dem Protoplasma der verschieden langen Keilzellen constatiren, welche besonders prägnant ist an Präparaten, die Tracheen entnommen wurden, welche nur sehr kurze Zeit in Müller'scher Flüssigkeit lagen.

Es tritt nämlich mit fortschreitender Längenzunahme der Zelle in dieser eine immer stärker und gröber werdende Granulirung auf.

Isolirt man aber auf die bekannte Art Gruppen, welche der Reihe nach Keilzellen in allen Stadien bis zum Maximum ihrer Grösse enthalten, so treten höchst complicirte Verhältnisse zu Tage.

Es kommen nicht nur die Keilzellenfortsätze zum Vorschein, sondern auch die der Flimmerzellen, und man sieht, dass stets um eine Flimmerzelle mit mehreren Fortsätzen Keilzellen verschiedener Grösse gelagert sind, an welche die Fortsätze der Flimmerzelle sich anschmiegend herabziehen.

Jedoch nur an Keilzellen bis zu einer bestimmten Höhe legen sich die Fortsätze; hat eine Keilzelle einmal eine solche erlangt, so ist an ihr anliegend kein Fortsatz mehr zu bemerken, welcher in gleicher Höhe von der Flimmerzelle abginge.

Es gehört zu den mühesamsten Partien dieser Arbeit, sich in dem Chaos von Fortsätzen und spitzen Zellen zurecht zu finden, und ich kann leider nur in schematischer Weise, freilich wohl an einem der Wirklichkeit entnommenen Präparate, die Verhältnisse der Fortsätze zu den Keilzellen darlegen, wie ich sie zusammenzuräumen durch meine Beobachtungen ein Recht zu haben glaube.

In Fig. II, 29, Taf. I liegen zwischen zwei Rudimentzellen und einer Flimmerzelle die beiden Keilzellen *a* und *b*; die Zahl ihrer Fortsätze lässt sich hier nicht genau bestimmen; immerhin kann man ihnen aber je zwei zuschreiben, von denen *a* und *b* der eine wäre, und, nach Analogie des früher Gesagten, die Contouren *f''* und *f'* den optischen Ausdruck der anderen vorstellte. Nach oben zu liegen die Keilzellen zwischen zwei Flimmerzellen, welche nach der hohen Lage ihrer Kerne und feinen Granulation des Protoplasmas zu urtheilen, je einen Fortsatz haben. Zwischen sich fassen die beiden Keilzellen ebenfalls eine Flimmerzelle, welche wegen ihres tief liegenden Kernes der groben Granulation des Protoplasmas zu den Flimmerzellen mit mehreren Fortsätzen gerechnet werden muss (pag. 207). Wenn man dieser drei solche gibt, so hat man sich die Lage derselben so vorzustellen, dass der bis an die Basis reichende Hauptfortsatz mit dem Contour *f''* zusammenfalle, die beiden anderen aber mehr minder tief hinter den Contouren *f''''* und *f'''* herunterlaufen und zwar in einem Raume, der von den abgebildeten Keilzellen an jeder Seite und je noch einer, hinter jeder der ersteren gelagert zu denkenden grösseren oder kleineren anderen Keilzelle einerseits und den beiden seitlichen Flimmerzellen andererseits gebildet wird. Man vergleiche diesbezüglich noch Fig. VI, 10, Taf. I.

Wir haben nun alle Zellen sowohl für sich, als auch ihre Anordnung unter einander betrachtet mit Ausnahme der Becherzellen und sind vorderhand zum Schlusse gekommen, dass die verschieden langen Keilzellen Übergangsstadien sind.

Setzt man dieses als fest stehend voraus, so folgt daraus, dass einerseits eine kürzeste Keilzelle gleichfalls Vorstadien haben muss, andererseits, wenn die allgemeine Annahme einer Umwandlung der Flimmerzellen aus den Basalzellen richtig ist, nur eine längste Keilzelle in eine Flimmerzelle übergehen wird. Nun ist ein gemeinsames Charakteristicum zwischen Keilzellen und Flimmerzellen vorhanden: die Keilzelle besitzt mehrere Fortsätze, und es gibt Flimmerzellen mit mehreren Fortsätzen. Daher wäre eine Metamorphosirung jener in diese denkbar.

Bei den zwei Arten von Flimmerzellen herrscht wieder der Unterschied, dass die mit mehreren Fortsätzen grob granulirt sind und relativ tieferliegenden Kern haben, die mit einem Fort-

satze feine Granulation zeigen und hoch liegenden Kern besitzen.

Wenn man sich an das erinnert, was Eingangs von der zweiten Gattung gesagt wurde, so könnte man sich vorstellen, dass diese aus der ersten Zellenart dadurch hervorging, dass ihr Kern successive in die Höhe rückte und gleichzeitig die Fortsätze wegfielen. Es lässt sich nun wirklich eine Reihe von Gliedern so aufeinander beziehen, dass eine Zellenreihe resultirt, in welcher eine Keilzelle den Anfang und eine Flimmerzelle mit einem Fortsatz den Schluss bildet.

Fig. II von 20—25 stellt eine solche Reihe vor, welche das Gesagte ausdrücken soll, und ich füge als Erklärung nur bei, dass *e* augenscheinlich Ansatzstellen für Fortsätze waren. Wie man sieht, hätte die Keilzelle, bis sie zur Flimmerzelle geworden ist ihre Gestalt gerade umgekehrt, d. i. ihre Basis ist jetzt nach oben und ihre Spitze nach unten gerichtet.

Wenn aber alle Flimmerzellen aus den Keilzellen hervorgehen, so müssen die vorlaufenden Stadien der Keilzellen die Basalzellen sein und es entsteht jetzt die Frage, wie die Fortsätze an diesen zu Stande kommen.

Diese Frage hängt aber innig mit der Frage nach der Provenienz der Rudimentzellen zusammen, welche wir bis jetzt aus mehreren Gründen als die jüngsten der von uns betrachteten Zellen angesehen haben.

Der vollständige Mangel an Bildern in den Basalzellen, welche auf eine Zelltheilung im Sinne der neueren Untersuchungen darüber schliessen liessen, hat mir, wie gesagt, a priori das Vorhandensein von Rudimenten im Sinne der von Lott bei den Plattenepithelien nachgewiesenen wahrscheinlich erscheinen lassen, wesshalb ich auch vorgreifend den Namen Rudimentzelle für eine Art der Basalzellen gebrauchte, die ich als Analoga der Rudimentzellen in geschichteten Plattenepithelien ansehen musste.

Es obliegt mir daher auch für das Flimmerepithel das thatsächliche Vorhandensein von Rudimenten im Sinne Lott's als im hohen Grade wahrscheinlich hinzustellen.

In dieser Hinsicht stosst man anfangs allerdings auf Schwierigkeiten. Denn ist man auch geneigt, die in einem Präparate angeschwemmten Protoplasmatheilchen, welche pyramidenförmigen

Ansätzen der Flimmerzellen ganz ähnlich sind, als Rudimente anzusehen, so erscheint es doch gewagt, Gebilde, welche demnach abgerissene Ansätze der Flimmer- oder Keilzellen, also Artefacte bedingt durch die Präparationsmethode, sein könnten, als Zellkeime hinzustellen.

Ich wurde überdies auch bald zur Vorsicht gemahnt, als ich mich im Verlaufe der Untersuchung überzeugte, dass diese Gebilde sich nicht immer einander glichen. Waren die kleinen Pyramiden bezüglich der Basis ziemlich congruent, so zeigten wenige eine scharfe Spitze, die meisten aber ermangelten derselben, und an ihre Stelle trat ein ausgesprochenes Rissende. Diese zweite Art war auch durchgehends etwas höher. Dass mir darin wirklich nur mechanisch abgerissene Zellansätze vorlagen, war mir einleuchtend. Ich konnte demnach diese ohne Weiteres vernachlässigen, und musste nur darauf bedacht sein, die oben zugespitzten Pyramiden als vermuthliche Rudimente unter Verhältnissen zu finden, welche an sich ausschliessen, sie als Kunstproducte anzusehen, und sie in solchen Zusammenhang mit den Basalzellen zu finden, welcher ihre Auffassung als Zellkeime rechtfertigt.

Um bezüglich des ersten Punktes Anhaltspunkte zu gewinnen, untersuchte ich Nasen- und Trachealschleim auf abgestossene Zellen. Wenn man überhaupt solche findet, so sind es nur Flimmerzellen mit einem Fortsatz. Der Fortsatz zeigt aber keinen pyramidenförmigen Ansatz, sondern endiget, allmälig verlaufend, mit einer sehr feinen Spitze.

Es braucht demnach wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden, dass, vorausgesetzt, jede solche Zelle sei in situ mit einem pyramidenförmigen Fortsatz versehen gewesen, dieser nicht ohne Weiteres von der Zelle abgerissen wurde. Darauf fertigte ich Präparate aus Tracheen an, die nur 24 Stunden in Müller'scher Flüssigkeit gelegen waren.

Meine Aufmerksamkeit war auf die isolirten Flimmerzellen mit einem Fortsatze und auf isolirte Gebilde gerichtet, in welchen ich die Rudimente vermuthete.

Was die Flimmerzellen betrifft, stiess ich nebst solchen mit pyramidenförmigem Anhang, welche in überwiegender Menge vorkommen, auch auf einige wenige, welche scharf gespitzt ausliefen. Verglich ich aber die Länge beider Arten neben einander, so zeigte

sich letztere kürzer und zwar ungefähr um die Länge der kleinen Pyramide. Die Lage des Kerns in beiden war bei der ersteren immer tiefer als bei der letzteren. Nur wenige Zellen fand ich, deren Fortsatz ein wirkliches Rissende zeigte. Der Beweis dafür lag für mich darin, dass solche Zellen unten gefranst waren, ohne mit ihrer Länge der ganzen Epitheldicke zu entsprechen, und dann dass die Fransung nicht von der Basis einer pyramidenförmigen Erweiterung, sondern vom konisch verjüngten Fortsatz ausging. Ich will damit einen etwaigen Einwurf begegnen, dass mir überhaupt nur das gezackt erscheinende untere Ende der Zellen vorlag, welches ich in dem einen Fall als gezackte Fussplatte, in dem anderen Falle als Rissende ansah.

Kleine, oben spitz zulaufende Pyramiden nun fand ich wenige, bei der grössten Aufmerksamkeit hie und da eine, während oben gefranste Pyramiden häufiger vorlagen.

Diese Befunde bieten schon einige Garantie für die richtige Beurtheilung der Provenienz der frei herumschwimmenden pyramidenförmigen Gebilde.

Jene können die Ansätze von Flimmerzellen sein, die entweder bereits abgestossen und ganz aus dem Epithele entfernt wurden, oder aber die Ansätze der noch vorgefundenen spitz zulaufenden Flimmerzellen, welche zwar ebenfalls schon im Leben von ihnen irgendwie abgetrennt, aber noch nicht ausgestossen wurden. In beiden Fällen waren sie schon a priori im Epithel vorhanden, sind also gewiss nicht Kunstproducte.

Diese aber müssen als solche angesehen werden, welche dadurch entstanden, dass trotz der Geschmeidigkeit und Weichheit der Zellen, Flimmer- und Keilzellen durch das Präpariren von ihren pyramidenförmigen Anschwellungen abgerissen wurden.

Um die Rudimente in situ zu beobachten, musste ich wieder zu Basalzellengruppen zurückgreifen. Ich wusste aber, dass, wenn sie zwischen ihnen vorkommen, sie auch aus dem nämlichen Grunde, wie die Zellfortsätze sammt ihren Pyramiden nicht zur Ansicht gelangen würden. Ferner war es geboten, das Entstehen von Kunstproducten, nämlich das Abreissen von pyramidenförmigen Ansätzen möglichst zu vermeiden. Ich konnte daher nicht bloss auf die angegebene Weise hergestellte Basalgruppen wählen, sondern musste mich an Gruppen halten, welche alle Zellformen

enthielten. Die Schwierigkeiten, unter diesen Verhältnissen im Sehfelde die Zellen zu isoliren und zu gleicher Zeit auf sich lostrennende etwaige Rudimente zu achten, sind ersichtlich. Es ist mir aber nach vielen Versuchen doch in einigen Fällen geglückt, die Lostrennung der fraglichen Gebilde zu beobachten und ich habe gefunden, dass sie sich genau so verhalten wie die Ansätze der Zellenfortsätze: sie liegen entweder in dem Raume, welchen drei aufeinander grenzende Zellen bilden, oder in winzigen Nischen des Zellleibes irgend einer Form der Basalzellen.

Weitere Aufschlüsse hoffte ich durch Tinction mit Hämatoxylin und Anilin zu erhalten. Dabei hatte ich vor Augen, dass sich im Falle, wenn die pyramidenförmigen oben scharf zugespitzten Gebilde Zellkeime wären, sich in ihnen die erste Andeutung eines werdenden Kernes, durch Ablagerung des Farbstoffes an der betreffenden Stelle nachweisen liessen, so wie es Lott für die Rudimente des geschichteten Plattenepithels gelungen ist. Ich war hierin nicht so glücklich wie dieser, aber ich konnte in anderer Richtung Thatsachen verfolgen, welche für mich hinlängliche Beweise sind, die kleinen Pyramiden als Zellkeime anzusehen. Die Präparate fertigte ich an, indem ich ein Paquet abgestreifter Zellen unter dem Deckglase mit Wasser wusch, die Färbemittel durch Drainage einwirken liess und wieder mit Wasser auswusch; dem Hämatoxylin räumte ich den Vorzug ein. Ein Übelstand haftet gefärbten Präparaten an, dass man nämlich die Paquete nicht mehr weiters in die einzelnen Zellen zerlegen kann.

An Ersatzzellgruppen erscheinen nun zwischen den Basalzellen, deren Kerne tief dunkelblau gefärbt sind, nahe über den Fussplatten, noch schön blau gefärbte Kerne von sehr wechselnder Grösse. Kann man für die grösseren ohne Weiteres die Contouren eines sie umgebenden Protoplasmasaumes erkennen, so gelang mir dieses betreffs der kleinsten Kerne nicht.

Durchmustert man aber das ganze Präparat, so stosst man auf blau gefärbte Gebilde, welche die gleiche Grösse wie jene kleinsten Kerne besitzen und welche man bei oberflächlicher Betrachtung auch sehr leicht für freie Kerne halten könnte. Bei näherer Untersuchung jedoch bemerkt man einen deutlichen Protoplasmasaum um dieselben und eine deutliche Fussplatte.

Entsprechend der wechselnden Grösse der Kerne im Complexe lassen sich ferners auch frei herumschwimmende Zellen mit Kernen von ähnlich wechselnder Grösse im Präparate finden.

Wenn man diese freien Zellen wieder neben einander vergleicht, so wird man, wie bei den Keilzellen, auch hier die Formen von den kleinsten nur mit spärlichem Protoplasmasaume umgebenen Zellen bis zu den grössten Rudimentzellen als ebenso viele Übergangsstadien ansehen. (17, Fig. II, Taf. I.)

Die Kerne dieser Zellen bedingen daher offenbar in einem Basalzellencomplex obiges Bild und die kleinsten von ihnen können wieder wegen ihrer Lage nicht deutlich beobachtet werden.

Stellt man schliesslich noch einen Grössen-Vergleich, sei es nun zwischen einem pyramidenförmigen Zellenfortsatz oder einem Rudimente und der kleinsten Zellen obiger Reihe an, so ist die kleinste Zelle, abgesehen von ihrer ovalen Form, so wenig von jenen verschieden, dass man die Rudimente als eigentliches Anfangsglied der Reihe betrachten kann. Weiters spricht dafür aber noch eine wichtige Thatsache. Man findet nämlich nicht gar so selten, sowohl isolirt, als im Zusammenhange (Fig. VIII, Taf. I, 2) Zellen von Pyramidengestalt, mit feiner nach oben gerichteter Spitze, welche allerdings grösser sind als die ihnen ähnlichen Rudimente.

Die Gründe, aus welchen ich diese Bilder als beweisend für die Annahme der Bildung der Rudimentzellen aus den Rudimenten erachte, werden sich ergeben, wenn ich von der Bildung der Fortsätze sprechen werde.

Die Rudimente selbst sind nicht nur die pyramidenförmigen Anschwellungen der Flimmerzellen, Reste, welche im Epithel zurückbleiben, wenn diese abgestossen werden, sondern auch, wie wir sehen werden, die der keilförmigen Zellen, welche aber während der Zeit der weiteren Entwicklung dieser von ihnen weg abgeschnürt werden. Dass man verhältnissmässig wenige Rudimente findet und ich das erste Auftreten eines Kernes in denselben nicht nachweisen konnte, kann man mit der Annahme erklären, dass die Kernbildung sehr rasch nach dem Entstehen des Rudimentes vor sich geht und damit auch schon grösstentheils die ovale Form der neuen Rudimentzelle bedingt ist. Wie man sich aber die Kernbildung vorzustellen hat, setzt Lott auseinander und ich verweise dies bezüglich auf die betreffende Stelle.[1]

[1] l. c. pag. 282.

Mit der Annahme von Rudimenten als Zellkeimen lässt sich nun nicht nur das Zustandekommen der Fortsätze an den Zellen, sondern auch das ganze Wachsthum des Flimmerepitheliums vollständig erklären.

Die Druckbilder, welche uns an den Silberpräparaten entgegen traten, veranlassten uns, den Rudimentzellen eine grosse Wachsthumsenergie überhaupt zuzuschreiben, ohne auf die Art und Weise, wie sich diese geltend macht, weiter einzugehen, was wir nun in Betracht ziehen wollen. Stellt man an einem gut gelungenen Präparate auf die Fussplatten ein, so fällt sofort die verschiedene Färbung dieser in das Auge: einige erscheinen tief braun, andere dagegen fast hell, nur wenig gebräunt (Fig. IV Taf. II). Senkt man den Tubus über den letzteren, so kommt anfänglich ein kleiner Kreis zum Vorschein, welcher bei fortgesetztem Senken grösser wird, wieder abnimmt und endlich verschwindet. In diesem Sinne muss man sich auch die Zeichnungen Fig. V und VI, Taf. II ergänzen. Unter sich sind die Kreiscontouren einer optischen Ebene an Grösse sehr verschieden, und man findet, dass in einem und demselben Präparate die Kreise eine gewisse Grösse nicht überschreiten. Dieses Verhalten der Rudimentzellen in situ gegenüber den anderen Basalzellen und die Gestalt der isolirten Individuen an und für sich spricht nun augenscheinlich dafür, dass die Rudimente, sobald sich in ihnen ein Kern differenzirt hat, kugelförmig weiter wachsen, ganz im Einklange der von Ebner[1] aufgestellten Hypothese, dass in den Epithelien die „Elementartheile vermöge ihres eigenen, von der Umgebung unabhängig gedachten Wachsthums der Kugelform zustreben."

Die verschieden grossen optischen Querschnitte bis zu einem Maximum besagen ferner, dass die ihnen entsprechenden Rudimentzellen darüber hinaus einer Formveränderung anheimgefallen sein müssen. Wenn man das auf Seite 215 ausgesprochene Princip, dass immer die jüngere Zelle eine grössere Wachsthumsenergie besitze, allgemein haltet, so wird man einer kleinsten Rudimentzelle die grösste Expansivkraft zuschreiben, welche nun bei einer grössten fast auf 0 herabgesunken ist. Daraus folgt wieder, dass das

[1] Mikroskopische Studien über Wachsthum und Wechsel der Hasse. Von Prof. V. v. Ebner in Graz. Sitzb. der k. Akad. der Wissenschaften. Band LXXIV, pag. 2.

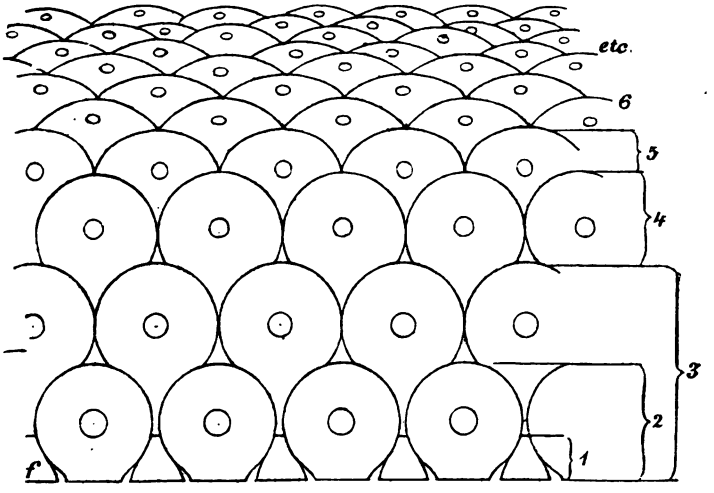
nächste Stadium der Rudimentzellen über obige Grenze hinaus die Flügel- oder façettirte Zelle ist, weil von zwei aufeinander stossenden Zellen die jüngere die ältere eindrücken wird.

Die beiden Factoren, radiäre Volumszunahme der Rudimentzellen und fortschreitende Verminderung ihrer Eigenwachsthumsenergie, verwandeln die älteren Rudimentzellen erst in Flügel- und façettirte Zellen und bringen endlich an diesen die Fortsätze hervor.

Ich glaube die weitere Discussion über diesen Gegenstand am besten einzuleiten, wenn ich zuerst die schematische Darstellung der Regenerationsvorgänge im geschichteten Plattenepithel, wie sie von Rollett auf Grund der Untersuchungen Lott's entworfen wurde,[1] vorausschicke, weil die Kenntniss der verhältnissmässig einfachen Wachsthumsverhältnisse hier, zur richtigen Beurtheilung der complicirteren im Flimmerepithel wesentlich beitragen dürfte.

In der nebenstehenden Zeichnung Fig. I, stellt die mit 2 bezeichnete Region die Keulen- und Kugelzellen, die mit 3 bezeichnete, die gestielten mit den Fussplatten zusammenhängenden Zellen vor.

Fig. I.



Wachsen jene, so werden sie die Körper dieser von unten her eindrücken und zugleich emporheben. So gelangen dieselben,

[1] Sitzungsberichte des Vereins der Ärzte in Steiermark. XI. Vereinsjahr 1873—1874, pag. 4 seq.

nach der der äusseren Oberfläche näheren Schichte des Epithels und werden zugleich façettirt.

Wenn die mit 2 bezeichneten Zellen aber in der genannten Weise wachsen, dann ist es klar, dass die Stiele, mittelst welcher die mit 3 bezeichneten Zellen mit den Fussplatten zusammenhängen, immer länger werden und dabei sich verdünnen müssen. Endlich erfolgt aber eine Trennung des Zusammenhanges und nun ist mit der Fussplatte nur noch ein Rudiment der früheren Zelle verbunden. Diese Rudimentzellen, in Fig. I mit 1 angedeutet, bekommen Kerne, fangen an rascher zu wachsen und spielen nun ihrerseits der mit 2 bezeichneten Zellschichte gegenüber dieselbe Rolle, welche früher 2 gegenüber 3 gespielt hat. Dadurch aber wird 1 zu 2, 2 zu 3, 3 zu 4 etc. und während dieses Hinaufrückens platten sich die Zellen unter mannigfacher Formveränderung ab, bis sie schliesslich zu den verhornten Plättchen der äussersten Schichte geworden sind. Es herrscht daher in der Region 1 und 2 ein Seitendruck, der, in seiner Gesammtheit constant, durch das Wachsthum der Zellen in der Weise aufgebracht wird, dass die Expansivkraft der einen derselben in dem Maasse ab-, wie sie in den anderen zunimmt. In 3 aber herrscht derselbe Seitendruck wie in 4, wie in 5 etc.; dieser bewirkt lediglich das Polygonalwerden der Zellen. Wir sehen, dass die eigentliche Deformation der Zellen, d. i. Bildung der Façetten, Fortsätze etc. in der Region 1 und 2 stattfindet und nur so lange währt, als deformirende und deformirte Individuen mit ihren Fussplatten im Zusammenhang stehen.

Die einmal abgeschnürten Zellen befinden sich in allen höheren Regionen, durch welche sie emporgedrückt werden, immer unter demselben, gleichen Seitendruck.

Wenn wir jetzt zum Flimmerepithel zurückkehren und die der Wirklichkeit entlehnten Fig. I, II, 13, 29, 28, Taf. I betrachten, so finden wir regelmässig zwischen den kegelförmigen Flimmerzellen die Keilzellen eingeschoben. Die Keilzellen in 13, 29, 28, Fig II, Taf. I konnten ihre Gestalt aber nur dadurch erlangt und beibehalten haben, dass ⊥ auf ihre Längsrichtung ein von unten nach oben stets wachsender Seitendruck sich geltend machte. Aus diesem anatomischen Befunde aber können wir wohl den Schluss ziehen, dass, ist überhaupt die gemachte Voraussetzung der Pro-

venienz der Flimmerzellen aus den Basalzellen richtig, diese letzteren alle bei ihrem Wachsthum diesen Druckverhältnissen ausgesetzt sein müssen. Graphisch lassen sich diese so versinnlichen: Alle Basalzellen haben das Bestreben, sich kugelförmig auszudehnen, müssen sich aber so entwickeln, als befänden sie sich in einem spitzwinkligen, gleichschenkligen, dreieckigem Raume mit starren Seitenwänden.

Wir wollen nun sehen, zu welchen Consequenzen solche Druckverhältnisse führen, und mit Zuhilfenahme eines dreieckigen Raumes von bestimmter Tiefe die Entwickelung der Basalzellen verfolgen. Ich betone es ausdrücklich, dass die starren Seitenwände des schematisch angenommenen Raumes nichts weiter vorstellen sollen, als den von unten nach oben zunehmenden Seitendruck. Als Basis kann das elastische Fasernetz gelten.

Denkt man sich auf der Mitte der Basis in gleichen Abständen von einander entfernt Rudimentzellen aufsitzen, welchen allen dieselbe Wachsthumsenergie zukommt, so werden diese so lange als kugelige Zellen wachsen, bis sie sowohl gegenseitig sich berühren, als auch die Seitenwände erreichen. Wenn sie auch nun noch das Bestreben haben, fortzuwachsen, so muss von diesem Momente an eine Formveränderung der kugeligen Zellen eintreten, welche in der Weise vor sich gehen wird, dass sich die Kugeln gegenseitig, an der Basis und den Seitenwänden abplatten werden und zwar so lange, bis jede Kugelzelle den dreieckigen Raum mit ihrer Masse ausgefüllt hat, zu einer keilförmigen Zelle geworden ist.

Man stelle sich nun aber vor, dass auf der Basis zu beiden Seiten der zuerst supponirten Rudimentzellen in gleichen Abständen, noch je eine Rudimentzelle aufsitze, welche beide unter sich wieder gleiche Wachsthumsenergie besitzen, deren Wachsthum aber erst in dem Momente begänne, wo die in ihrer Mitte befindliche Zelle bereits die Seitenwände tangirt, eine grösste Rudimentzelle geworden ist. Wir wollen jetzt von der weiteren Entwicklung dieser gegen die Spitze des Dreieckes absehen und nur ihr Verhalten gegen die zwei Nachbarzellen im Auge behalten. Entwickeln sich diese auch wieder kugelförmig, und würde jede derselben für sich allein den dreieckigen Raum vollständig auszufüllen bestrebt sein, so werden sie von der Zeit an, wo sie beiderseits die Seitenwände erreichen, nur noch gegen das Protoplasma

der in ihrer Mitte stehenden Zelle als im Vergleiche zur Basis und Wand gering sich darbietenden Widerstand, kugelförmig weiter wachsen können. So wird an der mittleren Zelle beiderseits in bestimmter Höhe eine gleichgrosse napfförmige Vertiefung auftreten, welche so wie die Zellen fortwachsen allmälig grösser werden muss, während der Effect des Wachsthums der Zellen gegen die Wand und Basis eine fortschreitende scheibenförmige Abplattung ist. Das fortbestehende Wachsthum der Seitenzellen wird zur Folge haben, dass die Wand zwischen den Zellen der mittleren Zelle allmälig dünner und schliesslich durchlöchert wird, durch den beiderseitigen gleichmässigen Druck atrophisch zu Grunde geht. Die beiden Seitenzellen berühren sich jetzt an einem Punkte, und so wie sie an der Basis und der Seitenwand abgeflacht wurden und an den gegenseitigen Berührungspunkten in der Längsrichtung des dreieckigen Raumes sich selbst abflachten, werden sie dieses auch hier thun. Mit der nun weiterschreitenden Abflachung muss der radiär auftretende Substanzverlust in der mittleren Zelle gleichen Schritt halten, so dass endlich zu einer bestimmten Zeit die Zelle von unten nach oben bis zu einer gewissen Höhe ganz durchbrochen sein wird, d. h. zwei in diesem Falle vollständig congruente Fortsätze hat, welche unten eine pyramidenförmige Anschwellung haben müssen.

Wenn wir aber seitlich von der mittleren Zelle mehrere Rudimente hingestellt denken, welche zu verschiedenen Zeiten kugelförmig zu wachsen beginnen, so erhalten wir aus denselben zuerst eine Zelle mit verschieden grossen Einbuchtungen, und lässt man die Zellen sich weiter fortentwickeln, endlich eine Zelle mit mehreren Fortsätzen, welche verschieden lang sein werden. Offenbar werden aber hier die Rudimentzellen unter sich bald in dasselbe Verhältniss treten, wie die zwei ursprünglichen Seitenzellen; es werden die später zu wachsen beginnenden Zellen die entwickelteren einbuchten, durchbrechen und in ihnen Fortsätze bilden.

In den Figuren II und VI, Taf. I, liegen uns isolirte, façettirte Zellen, Flügel- und Keilzellen sowie Combinationen dieser mit Rudimentzellen vor.

In den Zellencomplexen zeigt es sich, dass immer die kleineren Zellen es sind, welche die grösseren ausbuchten. Das

bestätigt zugleich mit den Silberbildern die auf Seite 225 ausgesprochene Voraussetzung von der den Zellen innewohnenden Wachsthumsenergie.

Man betrachte nun die Zelle Fig. II, 2, Taf. I zuerst für sich. Die nahezu kugelförmige Einbuchtung in ihr wird dadurch entstanden sein, dass eine mit grösserer Wachsthumsenergie ausgestattete Rudimentzelle in dieser Richtung einen geringen Widerstand vorfand; welcher Art die, dieser Rudimentzelle nach aussen zunächst liegende Zelle gewesen war, ob sie gleich gross mit ihr, also gleiche Wachsthumsenergie grösser als sie, daher kleinere Wachsthumsenergie, oder kleiner war als sie, mithin grössere Wachsthumsenergie besessen, ist vollkommen gleichgiltig. Im ersteren Falle werden sich beide Zellen gegenseitig abgeplattet haben, im zweiten wird jene Zelle ebenfalls ausgebuchtet, im dritten Falle aber wird die in die erste Zelle sich hineindrückende auch ihrerseits wieder ausgehöhlt worden sein. Unter gleichen Verhältnissen stand die Zelle aber überhaupt von allen Seiten.

Für die Form der fraglichen Zelle waren mithin nur die um sie zunächst stehenden Zellen massgebend, und diese, mit einer Anzahl anderer Zellen auf eine bestimmte Länge im Umkreise als Ganzes betrachtet, bildeten einen Widerstand, welcher der starren Seitenwand im Schema gleichwerthig ist. Man sieht, dass das hier Gesagte aber für jede Basalzelle gelten muss und wir können das in diesen Worten liegende Gesetz so ausdrücken: Es herrscht in der Region der Basalzellen der Trachea, einer in sich geschlossenen Zellenlage eine sich stets gleich bleibende Spannung, welche herrührt von dem Bestreben der Zellen, sich nach allen Richtungen des Raumes gleichmässig zu entwickeln. Da jenes aber gleich ist der Wachsthumsenergie der Zellen, so wird Gleichgewicht nur in dem Falle herrschen, wenn diese bei den einen Zellen in dem Maasse ab-, wie sie bei den anderen zunimmt. Daraus folgt, dass jede Zelle nur auf Kosten von Formveränderung älterer Zellen an Volumen zunehmen kann und sie dieses so lange thun wird, bis auch ihre Ausdehnung wieder durch andere Zellen, jünger als sie, oder gleich alt wie sie eine Grenze gesetzt wird. Es ist ersichtlich, dass so successive jede Zelle einmal durchbrochen wird und im einfachsten Falle zwei, im Allgemeinen aber mehrere Fortsätze mit pyramidenförmigen Anschwellungen erhalten muss.

Einer solchen Umwandlung wird daher auch die Zelle Fig. II, 2 unterliegen und bezüglich der Fortsätze im Verlaufe etwa das Ansehen der Zelle Fig. II, 10 gewinnen.

Dasselbe werden die grossen Zellen durch die kleinen in Fig. II, 9 und VIII, 2, Taf. I erfahren. Das Stadium Fig VIII, 2 wird zuerst in das von Fig. II, 9 übergehen und die grosse Keilzelle endlich durch das weitere Wachsthum der beiden ihr zur Seite stehenden Zellen durchbrochen werden und auch ungefähr die Form Fig. II, 10 erhalten.

Die Gruppe 1, Fig. II, Taf. I stellt Zellen dar, welche fast gleiche Wachsthumsenergie besassen; sie haben sich gegenseitig abgeplattet. Da sie en face keine Eindrücke zeigen, so waren sie von dieser Seite Zellen benachbart, welche älter als sie waren; die Zelle hinzugedacht, würde die Gruppe im Profil etwa der Fig. VI, 4 ähnlich sein. Die Zellen selbst würden aber wieder entweder die Gestalt der Fig. II, 6 oder die der Fig. II, 4 haben. In der Gruppe 6, Fig. VI ist die Zelle (*a*) die jüngste: sie hat die Zellen rechts und links schon etwas eingedrückt; sie nimmt aber mit beiden Zellen links zugleich auch Antheil an der Formgestaltung der Zelle *b*, welche isolirt gedacht entweder 3 Façetten zeigen oder der Figur II, 10 ähnlich sehen würde. In Fig. II, 5 kann man sich die Lücken ausgefüllt denken von Flügelzellen, welche in Fig. VI, 5 und Fig. II, 3 abgebildet sind. In Fig. II, 11 drückt die Zelle *b* gegen die Zelle *b'*, welche noch von *b''* ausgebuchtet wird. Alle Zellen zusammen mit noch aus der Gruppe herausgefallenen Individuen haben die Durchlöcherung der Zelle *k* und die beiden Fortsätze an ihr bewirkt. Figur VI, 10 wäre auf eine der Fig. VI, 2 ähnliche Anlage zurückzuführen.

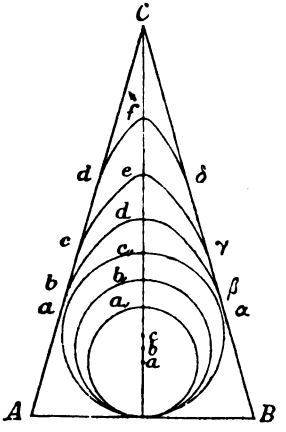
Nun obliegt es uns, das Höhenwachsthum der gedrückten als auch der drückenden Zellen zu betrachten und wir kehren zu dem Zwecke wieder zu unserem Schema zurück.

In Fig. II stelle *ABC* den Durchschnitt durch den dreieckigen Raum des ersten Schemas und der mit dem Halbmesser *aa'* beschriebene Kreis den einer kugeligen Rudimentzelle vor.

Nimmt diese an Volumen in gleichen Zeiten um gleich viel zu, so wird, so lange sie sich frei entwickeln kann, der Kern von *a* nach *b*, nach *c* und ein Punkt *a'* der Peripherie nach *b'*, *c'* in die Höhe rücken, wobei die Wegstrecken *ab* und *bc*, *a' b'* und

b' c' gleich sein werden. Nun tangire die Zelle die Seiten AC und BC. Überlegt man, dass von diesem Momente an immer eine gleiche Masse in aufeinander folgenden Zeiteinheiten durch stets sich verengernde Querschnitte durchgehen muss, so wird jedes Theilchen derselben dabei eine Beschleunigung erfahren. Ein Punkt c' wird in derselben Zeit nach d, e, f gelangen, wobei aber die zurückgelegte Strecke $ef >$, $de >$, $c'd$ sein wird und das Kugelsegment $ac'\alpha$ sich in eine Kuppe $bd\beta$ umwandeln, welche immer zugespitzter werden muss. Die Strecken $\alpha\beta$, $\beta\gamma$, $\gamma\delta$ drücken aus, um wie viel sich die Zelle an den Seitenwänden abflächt und man ersieht aus dem Ganzen, dass die Zelle mit voreilender Spitze gegen den Scheitel des Dreieckes wächst, und erst wenn sie diesen erreicht hat, ihre vollständige seitliche Abplattung eintreten wird. Derselbe Vorgang findet natürlich auch gegen die Ecken A und B statt.

Fig. II.



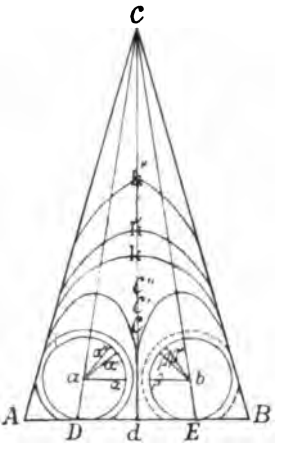
Diese Verhältnisse werden sich im Wesentlichen nicht ändern, wenn die Wachsthumsenergie der Zellen immer abnimmt; es wird nur die radiäre Volumszunahme in der ersten Zeiteinheit grösser sein als in der zweiten etc., so lange die Zelle frei sich entwickelt. Stosst sie an die Seitenwände, wird die ihr in jeder weiteren Zeiteinheit noch zukommende Volumszunahme in gleicher Weise mutatis mutandis wie oben zum Ausdruck kommen.

Denkt man sich zwei oder mehrere gleich grosse kugelige Zellen auf der Basis AB aufsitzend, so wird ihr Wachsthum in der nämlichen Art vor sich gehen und sich graphisch ebenso darstellen lassen, da die Kräfte, welche die gegenseitige Abplattung der Zellen bewirken, zugleich auch bedingen, dass die anfänglichen Kugelsegmente konisch emporgedrängt werden.

Im zweiten Schema hatten wir zu jeder Seite einer älteren Zelle, je eine jüngere Zelle und es stelle uns ABC, Fig. III, wieder den Durchschnitt einer solchen Gruppe dar, in welchen die Zelle

C die Seitenwände eben tangirt und die Seitenzellen *a*, *b*, die durch den vollen Contour ausgedrückten Grösse erreicht haben. Die Zelle *C* besitzt eine kleinere Wachsthumsenergie als die Zellen *a* und *b*, welche im gleichen Sinne wachsen und in Folge ihrer anfänglich rasch vor sich gehenden Volumsvermehrung die Zelle *C* bereits beträchtlich eingebuchtet haben. Während dieser Zeit war aber die Einbuchtung der mittleren Zelle nicht der alleinige Effect des Wachsthums der Seitenzellen. Die radiär von ihren Mittelpunkten *a* und *b* ausgehenden, ihrem Wachsthum entsprechenden Kräfte schieben die ihnen entgegenstehende Masse der mittleren Zelle vor sich her, wo dieses statthaft ist, d. i. in der Richtung des geringsten Widerstandes, gegen den Scheitel *C*. Während nämlich die Kräfte $a\alpha$, $b\beta$ nur Druchlöcherung bewirken, werden von den Kräften $a\alpha'$, $b\beta'$ es nur mehr die $\perp$ auf *d C* gerichteten Componenten thun, die damit parallel laufenden das Protoplasma der Zelle *C* empordrücken. Durch das Hinzutreten dieser Kräfte zum Eigenwachsthum der mittleren Zelle wurde diese mithin nicht nur schon anfänglich in die Höhe gedrückt, sondern sie wird auch, nachdem sie die Seitenwände berührt, und ihr Eigenwachsthum selbst abnimmt, noch mit verhältnissmässig rasch voreilender Spitze gegen den Scheitel *C* wachsen. Würde das Theilchen *K* der Zelle *C* vermöge ihres selbstständigen Wachsthums in der Zeiteinheit nur bis *K'* gelangt sein, so hat es durch die Summe jener Kräfte einen grösseren Weg etwa bis *K''* zurückgelegt.

Fig. III.

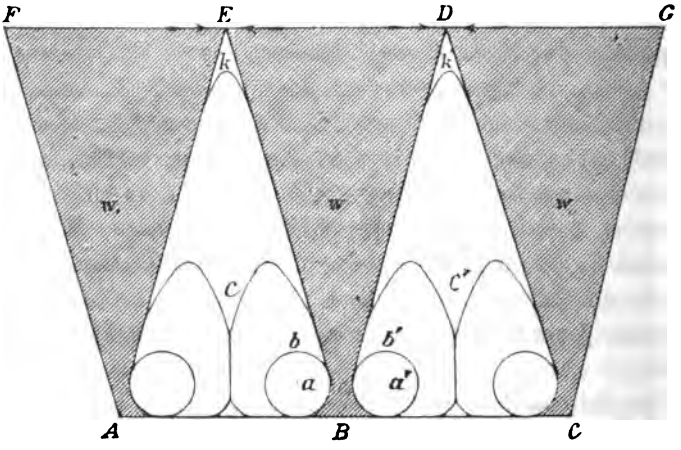


Die Seitenzellen durchbrechen die mittlere Zelle endlich, beginnen sich gegenseitig abzuflachen und die Folge davon ist, dass sie nun selbst auch mit voreilender Spitze weiter wachsen, die Abflachung, ausgedrückt durch die Linie *Cd*, respective Durchlöcherung der mittleren Zelle, zwar immer weiter geht, aber die Kuppen der Seitenzellen ungleich schneller in der Richtung *DC*

und *EC* in die Höhe rücken. Die damit verbundene Wirkung auf die mittlere Zelle ist jetzt noch immer eine analoge wie früher, aber man sieht, dass nicht nur der Kern derselben zwischen die Kuppen zu liegen kommt und von ihnen seitlich zusammengedrückt wird, sondern auch immer mehr Masse der mittleren Zelle von beiden Seiten her gegen ihre Mittellinie gepresst wird, so dass dadurch schon, und vollends wenn die Spitze *K'* unterdessen nach *C* gekommen ist, in der Richtung *C C* ein allmälig so grosser Widerstand für die in derselben Richtung sich geltend machende Abflachung der Seitenzellen geschaffen wird, dass diese von einer bestimmten Zeit an überhaupt nicht mehr weitergreifen kann.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich nun, dass die mittlere Zelle zu einer Keilzelle wird durch ihr Eigenwachsthum mehr Kräften, welche von den Seitenzellen ausgehen, dass während dieser Zeit an ihr die Fortsätze entstehen und nur eine gewisse Länge erreichen können, dass wenn die Keilzelle das Maximum ihrer Länge erlangt hat, und ihr Eigenwachsthum *O* geworden, der seitlich vom Kern liegende Theil ihres Protoplasmas durch die noch weiter wachsenden Nebenzellen mechanisch emporgehoben wird, wodurch die Basis des Keiles gleichsam von unten nach oben rückt.

Fig. IV.



So würde aus der Keilzelle nach und nach eine Zelle entstehen, welche, abgesehen von den Flimmern, einer Flimmerzelle mit mehreren Fortsätzen gleichen würde, wenn einerseits das Wachsthum der Seitenzellen selbst auch nicht wieder abnehmen

würde, andererseits für das emporgedrängte Protoplasma Raum geschaffen würde. Denkt man sich in den Ecken *A* und *B* noch je eine Zelle, die jünger als *a* und *b* sind, so wird deren Expansivkraft diese wieder empordrängen und so mittelbar auf die mittleren Zellen einwirken. Die zweite Bedingung aber tritt ein, wenn man sich vorstellt, dass in mehreren neben einander liegenden dreieckigen Räumen, deren Wände nun Flimmerzellen mit einem Fortsatze bilden sollen, genau dieselben Vorgänge stattfinden. In den Räumen *ABE*, und *BCD* Fig. IV, wirkt auf die Keilzellen *C* und *C'* unmittelbar der Druck der Keilzellen *b* und *b'* und unmittelbar der Druck der Rudimentzellen *a* und *a'* und die Summe davon drängt die Kuppen *K* und *K'* bis nach *E* und *D*, womit das Eigenwachsthum der Zelle *C* und *C' o* geworden ist. Die Zellen *a* und *a'* wachsen aber weiter, daher werden die Zellen *b* und *b'* ebenfalls weiter emporgedrängt und müssen wie Keile das Protoplasma von *C* und *C'* vor sich drängen, was jetzt unbegrenzt stattfinden kann, da sich dasselbe in *w* hinein auszudehnen vermag. Nun herrscht in den Punkten *E* und *D* der grösste Seitendruck. Die daraus resultirende Spannung hat aber zur Folge, dass die Kuppen *K* und *K'* der Zellen *C* und *C'* nicht weiter emporrücken können, sondern sich nur in dem Verhältnisse abflachen, als das Protoplasma an der Basis dieser Zellen von *b* und *b'* in die Höhe geschoben wird, wodurch sie die aneinander stossenden Wände auseinander drängen. Nebst den Zellen *C* und *C'* drücken noch die Zellen *b*, *b'* und *a*, *a'* gegen *w*. Wie nun die Zellen *a*, *a'* auf *b*, *b'* und diese auf *C C'* seitlich drückend, in der Richtung gegen *E* und *D* schiebend wirken, werden alle Zellen zu beiden Seiten von *w* als zusammenhängende Masse betrachtet auch wieder mit bestimmten Componenten ihrer Wachsthumsenergie die Zelle *w* empordrängen. Die Folge davon ist, dass wenn *a* und *a'* im Verlaufe ihres Wachsthums aufeinander stossen und die Zelle *w* in gewisser Höhe abgeschnürt haben, diese durch jenen Druck allmälig emporgerückt wird. Nun werden auch die Zellen *b* und *b'* aufeinander stossen, und endlich wenn die Zelle *w* ganz eliminirt ist, auch *C* und *C'* sich berühren, d. i. es werden s i e nun die Wände eines dreieckigen Raumes bilden, in welchen die zwei Keilzellen *b* und *b'* mit ihren Kuppen bis an den Scheitel reichen, die Spitzen

der ebenfalls zu Keilzellen gewordenen Zellen *a* und *a'* aber nur bis zu einer gewissen Höhe gerückt sind.

Die Keilzellen *C* und *C* sind so in der That zu Zellen geworden, welche, die Flimmern abgerechnet, in unserem Falle die Gestalt einer Flimmerzelle mit zwei Fortsätzen haben. Die Keilzellen *a* und *a'* haben aber das Stadium der façettirten Zellen keineswegs übersprungen. Denn der zwischen ihnen liegende, von der Zelle *w* abgeschnürte pyramidenförmige Theil *r* wurde bald zu einer Rudimentzelle und diese wirkte wieder, nicht nur auf *a* und *a'*, sondern mittelbar auch auf *b b'* etc. Es liegt uns mithin in diesem Schema noch ein Beispiel vor, wie die Bildung der Rudimente vor sich geht, und man sieht daraus, dass gerade dieser Bildungsvorgang es ist, welcher das Wachsthum der übrigen Zellen regelt.

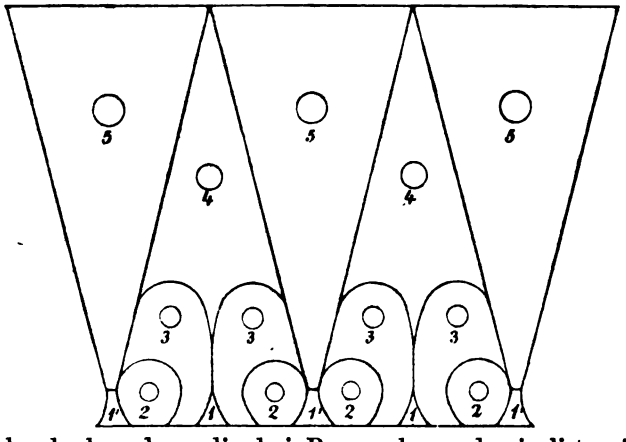
Wenn wir das Schema wieder verallgemeinern, indem wir um die Zellen *C* und *C* mehrere Rudimentszellen von verschiedener Wachsthumsenergie gruppirt denken, so werden natürlich die Verhältnisse complicirter. Die Zellen *C* und *C* erhalten dadurch mehrere Fortsätze. Da diese, wie im Vorausgehenden dargelegt wurde, durch den seitlichen Druck der Rudimentzellen zu Stande kommen, von denen wir aber wissen, dass sie selbst wieder successive zu Keilzellen werden, so ist es wohl ersichtlich, dass von einigen Fortsätzen schon frühzeitig, noch während sich die Rudimentzellen kugelförmig entwickeln, der pyramidenförmige Ansatz abgeschnürt werden muss, während andere Fortsätze durch je zwei neu entstandene, empordringende Keilzellen zu einer beträchtlicheren Länge gleichsam ausgezogen werden, bis auch von ihnen durch die nämlichen Keilzellen oder andere Rudimentzellen der pyramidenförmige Ansatz abgetrennt wird. Man sieht, dass so in beiden Fällen die abschnürenden Zellen selbst zwischen sich die ihr weiteres Wachsthum beeinflussenden Rudimente schaffen, und dass dadurch Rudimente zu Stande kommen können, welche nach oben eine lang ausgezogene Spitze erhalten, wofür uns in Fig. VIII, 2 ein Beispiel vorliegt.

Die Veränderung der Zellen *C* und *C* nach oben wird von der im einfachen Schema besprochenen, wesentlich nicht verschieden sein: Jede der neuen Keilzellen wird wieder seitlich auf sie drückend, nach oben schiebend wirken, und da dieses von jeder

Zelle mit verschiedener Energie geschieht, wird dieses nur zur Folge haben, dass die Gestalt der Zellen *C* und *C'* eine mannigfaltigere wird.

In nebenstehender Figur habe ich es versucht, alles bisher Gesagte zusammenfassend, nun auch das Wachsthum der Flimmerepithelien an einem allgemeinen Schema übersichtlich zu machen. Es stellen 1 vollständig abgeschnürte, 1' eben in Abschnürung begriffene Rudimente von Keil- und Flimmerzellen vor. Aus diesen Rudimenten entstehen zunächst die Rudimentzellen 2, welche sich in die façettirten Zellen 3 umwandeln. Diese werden dann zu den Keilzellen 4, woraus schliesslich die Flimmerzellen 5 hervorgehen.

Fig. V.



Ich glaube, dass die bei Besprechung der isolirten Zellen sowohl, als der Zellgruppen erbrachten Abbildungen der Präparate, insbesondere aber die erörterte Lagerung der Fortsätze der Keil- und Flimmerzellen und die auf Seite 218 beschriebene Gruppirung der Keilzellen um die Flimmerzellen auf Wachsthumsvorgänge im Sinne obigen Schemas hindeuten, und ich will hier nur noch an die Figur II, 12, 14, 15 die Abschnürung der Fortsätze durch jüngere Zellen erläutern. In Figur II, 12 waren um die Keilzelle *k z* eine Anzahl von Rudimenten und Rudimentzellen zu ihr und gegenseitig unter solchen Bedingungen gelagert, dass daraus nicht nur die Fortsätze *f* und *f'* der Keilzelle resultirten, sondern auch von den die Fortsätze bildenden Zellen in dem vorliegenden Stadium die Zelle *r* selbst schon wieder zwei Fortsätze erhielt. Nun ist aber der Fortsatz *f'* zur Zelle *r* offenbar so gelagert, dass er

von ihr, wenn sie sich weiter entwickelt, abgeschnürt werden muss. Während die Pyramide als Rudiment zurückbleibt, wird die Keilzelle an der Abschnürungsstelle eine scharfe Kante erhalten, ähnlich der, welche die Flimmerzelle *fz* in Figur II, 14 bei *e* zeigt. Ein Blick auf die Fortsätze der Keilzelle *kz* dieser Figur lässt auch wieder vermuthen, dass, wenn man sich in den Raum zwischen denselben nur zwei Zellen liegend denkt, durch die Entwicklung dieser der Fortsatz *f'* abgeschnürt wird. Dasselbe Schicksal erleidet nothwendigerweise durch die Rudimentzelle *rz* der Fortsatz *f'* der Flimmerzelle *fz* in Fig. II, 15. Zum vollständigen Verständniss dieser Vorgänge diene uns nochmals die Fig. II, 29. Wir haben erwähnt, dass die Fortsätze der mittleren Zelle in den Contouren *f'''* und *f''''* nur bis zu einer gewissen Tiefe herabreichen. Offenbar waren die Zellen *a* und *b*, von welchen sie anfänglich gebildet wurden, so gelagert, dass diese während ihres Überganges zu Keilzellen, die Pyramiden zwar abschnürten, sich aber nach oben weiter keilförmig entwickeln konnten, ohne die jetzt spitz nach unten auslaufenden Fortsätze bis zum vorliegenden Stadium abtrennen zu müssen, und wir können geradezu annehmen, dass sich unterdessen aus dem vom Fortsatze *f''''* abgeschnürten Rudimente die Zelle *rz* entwickelt hat. Da aber sowohl die Keilzellen *a* und *b* als auch die hinter jeder von ihnen liegenden Keilzellen immer weiter in die Höhe rücken, so müssen endlich auch noch die Fortsätze *f'''* und *f''''* von der mittleren Zelle losgelöst werden.

Es steht jetzt noch die Frage offen, welche Formen in der Wirklichkeit jenen Stadien entsprechen, welche die Keilzellen nach dem Schema durchmachen müssen, wenn sie mit ihren Spitzen bis an die Flimmerböden ihrer Nachbarzellen vorgedrungen sind, also sich eben auf Kosten des Volumens der sie umgebenden Zellen erweitern und diese dabei in die Höhe schieben.

Wenn man versilberte Epithelien Fig. VII, Taf. II von der Oberfläche betrachtet, so fallen sofort die Contouren der „Becherzellen" in das Auge. Ich vermisse nun in der Literatur, wenigstens insoweit ich sie betreffs der Becherzellen des Trachealepithels kenne, durchaus Angaben über die Grössenverhältnisse derselben. Ein in dieser Beziehung angestellter Vergleich, abgesehen von der Umgebung, lässt schon vermuthen, dass man es hier ebenfalls nur mit Übergangsstadien ein und desselben Gebildes

zu thun habe. Von principieller Wichtigkeit jedoch ist die Umgebung der „Becherzellen“ selbst. Man sieht, dass sie entweder dort liegen, wo mehrere Flimmerzellen aneinander grenzen, oder aber zwischen je zwei derselben sich befinden. In beiden Fällen aber sind es die Flimmerzellen, welche eingedrückt erscheinen, und zwar um so mehr, einen je grösseren Umfang die „Becherzelle“ hat.

Diese können daher unmöglich in Schleimmetamorphose begriffene Zellen sein, weil es nicht angeht, einem degenerirenden Gebilde ein Expansivvermögen zuzuschreiben, durch welches die noch functionirenden Zellen alterirt würden. Übrigens kann man sich auch nicht vorstellen, woher denn die kleinsten der der Schleimmetamorphose anheimfallenden Zellen herrühren sollten. Jede Flimmerzelle ist um Vieles grösser als dieselben, und man müsste höchstens annehmen, dass jene erst ihre polygonale Gestalt verlieren und successive von einer grössten Becherzelle allmälig zur kleinsten übergingen. Es blieben also nur die Keilzellen über, welche einer solchen Schleimmetamorphose unterliegen konnten. Diese werden aber von den Autoren überhaupt nicht erwähnt, und es liegt kein Grund vor, wesshalb gerade sie durch Schleimmetamorphose zu Grunde gehen sollten. Alle diese Erörterungen sprechen auch gegen die Annahme, dass die „Becherzellen“ nur Artefacte vorstellen.

Fasst man sie als selbstständige Gebilde, als einzellige Schleimdrüsen, auf, so stellt die verschiedene Grösse derselben gewiss nur wieder ebenso viele Altersstufen vor, durch welche hindurch eine „Becherzelle“ sich bis zu ihrem grössten Umfang entwickelt. Daran knüpfen sich aber nothwendigerweise zwei Voraussetzungen. Einerseits müssen die „Becherzellen“ aus Basalzellen hervorgegangen sein, andererseits konnte aber die Differenziirung dieser in jene, da in der Tiefe des Epithels entsprechende Formen gänzlich fehlen, erst begonnen haben, nachdem sie in irgend einer Gestalt bis an die Flimmerböden herangewachsen waren. Wir haben jedoch ausser den Keilzellen keine anderen Zellformen kennen gelernt, welche, wie die Flimmerzellen selbst, der ganzen Dicke des Epithels entsprechen, und es könnten sich mithin die einzelligen Schleimdrüsen nur aus diesen differenziirt haben.

An und für sich stände dieser Annahme nichts entgegen, aber man könnte dann wiederum den Übergang der Basalzellen zu den Flimmerzellen nicht erklären, weil in diesem Falle Zwischenformen von jenen zu diesen vollständig fehlen.

Es bleibt daher nur mehr übrig, die verschieden grossen „Becherzellen" eben als die fraglichen Stadien aufzufassen, welche eine Keilzelle, nachdem sie das Maximum ihrer Länge erreicht hat, in Folge des Druckes anderer um sie gelagerter jüngerer Keilzellen noch weiters durchlauft. Einerseits lassen sich die besprochenen Druckbilder im Sinne dieser Annahme ganz gut erklären, andererseits aber kann durch sie eine Frage gelöst werden, welche unbeantwortet bleibt, wenn man sich für die eine oder die andere der Eingangs angeführten Ansicht über das Wesen der „Becherzellen" entschieden hat. Es scheinen nämlich Bilder, wie sie die Stellen *a* und *b* in Fig. VII, Taf. II zeigen und die mehr minder häufig an jedem Silberpräparate zur Ansicht gelangen, den Beobachtern bis jetzt ganz entgangen zu sein. Dass man es hier mit „Becherzellen" zu thun hat, welche aneinander stossen, kann keinem Zweifel unterliegen. Dafür sprechen, ihr mit den runden und ovoiden Formen vollkommen identisches Aussehen an der Oberfläche, der Mangel an Flimmern, der noch vorhandene runde Contour an der Stelle, wo sie an die Flimmerzellen grenzen. Nur haben sie sich gegenseitig abgeplattet, und es lässt sich Tendenz nicht verkennen, dass sie überhaupt der polygonalen Gestalt zustreben.

Schon diese Bilder allein, glaube ich, sind hinreichend, der Auffassung der Becherzellen als selbstständige Gebilde vollständig den Halt zu entziehen, weil an ihnen Veränderungen der „Becherzellen" zu Tage treten, welche das Charakteristicum derselben theilweise verwischen. Denn der Begriff der Becherzelle ist in der Literatur so genau präcisirt, — absolut runde, flaschenförmige Erweiterung nach oben, — dass, wenn man ihn festhält, Zellen, ähnlich den der Stellen *a* und *b* consequent jenen nicht mehr beigezählt werden können, und daher Gruppen von ihnen gänzlich unverständlich bleiben müssen.

Nach unserer Annahme nun würden die Zellen in *a* und *b* jenen Stadien entsprechen, in welche dem Schema zu Folge Keilzellen übergehen, wenn sie nach Eliminirung der sie trennen-

den Flimmerzelle aufeinander stossen, während sie bis dahin oben rund sich ausbreiten konnten.

Die „Becherzellen" sind mithin nicht Gebilde, welchen in dieser Gestalt schon eine physiologische Function zukommt, sie entwickeln sich vielmehr weiter und werden zu polygonalen Zellen. Damit spreche ich aber zugleich die Ansicht aus, dass ich in den „Becherzellen" nur die Übergänge zu den Flimmerzellen mit mehreren Fortsätzen erblicke, und ich habe daher noch die Art und Weise zu besprechen, wie in der Wirklichkeit das Aneinanderstossen je zweier Becherzellen stattfindet, wie und wann die Flimmern an denselben auftreten.

Bezüglich des ersten Punktes geben die Abstossungsproducte des lebenden Flimmerepithels und gewisse Bilder an macerirten isolirten Flimmerzellen Aufschluss.

Da man im Trachealschleim die schon erwähnten Flimmerzellen findet, diesen entsprechend aber nie, weder an Schnittpräparaten, noch an isolirten Zellgruppen Lücken trifft, so ist es wohl klar, dass diese durch das Aneinanderrücken der um die ausgestossenen Zellen gelagerten Zellen zum Verschwinden gebracht wurden. Wir können daher ohne Weiteres für die „Becherzellen" diesen Vorgang in Anspruch nehmen, und haben dann ein genau dem Schema entsprechendes Zusammenfallen dieser Zellen. Die Eliminirung der Flimmerzellen selbst scheint, nachdem sie von ihrem pyramidenförmigen Fortsatz abgeschnürt ist, in den meisten Fällen plötzlich wie durch einen Ruck zu geschehen. Jedoch stösst man an Schnittpräparaten sowohl als Isolationspräparaten auch auf Bilder (Fig. I, Taf. I, *k''*), welche vermuthen lassen, dass eine Zelle nach ihrer Trennung vom Fortsatze anfangs allmälig in die Höhe gedrückt und erst später wieder rasch ausgestossen wird. Zwei Becherzellen können ferner dadurch aufeinanderstossen, dass die von ihnen gedrückten Partien der zwischen befindlichen Flimmerzellen durch Atrophie zu Grunde gehen. Für diese Art des Aneinanderrückens sprechen Gestalten von Flimmerzellen, wie sie in Fig. II, 27 und Fig. VI, 13 abgebildet sind, und ich ersehe gerade in diesen Bildern einen weiteren Beweis für die Richtigkeit meiner Annahmen. Denn ich wüsste nicht, wie man sich sonst diese gespaltenen Formen von Flimmerzellen mit einem Fortsatze erklären sollte. Ob in dem zweiten Falle die ganze Flimmerzelle

atrophirt, oder sie noch in solche Verhältnisse kommt, dass sie ausgestossen werden kann, kann ich nicht entscheiden; wahrscheinlich dürfte das Erstere stattfinden.

Schwieriger ist die Frage über die Entstehung der Flimmern zu beantworten, und ich kann hierüber nur eine Vermuthung aussprechen.

Erwähnt wurde die mit der steten Längenzunahme der Keilzellen Hand in Hand gehende und immer gröber werdende Granulirung im Protoplasma und Kern derselben.

Diese Veränderung findet nun nicht ihren Abschluss in einer längsten Keilzelle, sondern schreitet auch fort, wenn diese sich oben zu erweitern beginnt. Die grobe Granulirung erscheint zuerst im ganzen Protaplasma und der ebenfalls grob granulirte Kern aller dieser Zellen ist fast ausnahmslos rund, doppelt contourirt und tief herunten (Fig. IV, 3, 5, 6).

Erst wenn eine Keilzelle eine bestimmte Breite ihres oberen Endes erlangt, dann grenzt sich die Granulirung an demselben in einiger Entfernung scharf ab, so dass die Zelle mit einem hellen stark lichtbrechenden Saume von der Breite eines Flimmerbodens versehen ist (Fig. II, 14, 30 *kz*). Die Kerne solcher Zellen sind entweder auch rund oder aber oval, und in diesem Falle in die Höhe gerückt. In den weiteren Stadien, den Becherzellen der Autoren, erscheint bekanntlich das obere Ende wie ausgeleert und die Zelle dort hohl, der übrige Theil der Zelle aber ist ebenfalls grob granulirt, der Kern rund und tiefliegend oder oval und emporgerückt.

Man findet aber auch vereinzelte Becherzellen (Fig. III, 1, 2[1], 3), welche oben geschlossen erscheinen; dann tritt an ihnen ebenfalls der helle Saum am oberen Ende auf, während der übrige Theil des Protaplasmas stark granulirt ist, so dass es nicht zweifelhaft sein kann, dass von hohlen Becherzellen der helle Saum nur mechanisch entfernt wurde. Zeigen diese Veränderungen einerseits wieder den innigen Zusammenhang zwischen den Keil- und Becherzellen, so sind sie andererseits nur der optische Ausdruck einer im Zellenprotoplasma vor sich gehenden Molecularveränderung. Nach meinem Dafürhalten sind nun diese Processe im Innern

[1] Siehe Seite 12.

der Zelle Stadien, welche der Umwandlung des oberen Theiles des Protoplasmas der Zelle in Flimmerboden und Flimmern vorausgehen.

Die Anlage des Flimmerbodens bildet jener Saum an den Becherzellen, das Auftreten der Flimmern entzog sich vorläufig meiner Beobachtung. Es scheint nämlich zu der Zeit, in welche die Bildung der Flimmern fällt, das Protoplasma der Becherzellen so empfindlich zu sein, dass jedes Reagens zerstörend auf dasselbe wirkt.

Dadurch erkläre ich mir die hohlen Formen der Becherzellen und in diesem Sinne kann man auch von den Becherzellen als Kunstproducte sprechen.

Zusammengefasst, sind die Ergebnisse meiner Untersuchungen folgende:

Jede Rudimentzelle wird zu einer Keilzelle, während welcher Zeit an ihr durch den seitlichen Druck der um sie gelagerten jüngeren Rudimentzellen die Fortsätze gebildet werden. Einzelne pyramidenförmige Anschwellungen der Fortsätze werden schon frühzeitig abgeschnürt und bilden Rudimente, aus welchen neue Zellen entstehen.

Die Keilzellen gehen durch die Formen der Becherzellen hindurch in polygonale, mit mehreren Fortsätzen versehenen Zellen, an welchen zu einer bestimmten Zeit Flimmern auftreten, dadurch über, dass ihr Protoplasma und Kern von anderen nachrückenden Keilzellen emporgedrängt wird, und, da durch diese Druckverhältnisse Flimmerzellen entweder ausgestossen werden oder durch Atrophie zu Grunde gehen, sie aufeinander zu drücken beginnen. Von ihnen werden durch dieselben Keilzellen nach und nach die Nebenfortsätze abgeschnürt, und so wird eine Flimmerzelle mit mehreren Fortsätzen zu einer Flimmerzelle mit einem Fortsatze. Die abgeschnürten pyramidenförmigen Anschwellungen der ausgestossenen Flimmerzellen bilden ebenfalls wieder Rudimente.

Die Neubildung von Zellen aus Rudimenten lässt sich also auch im Flimmerepithel gerade so verfolgen, wie im geschichteten Plattenepithel; auf eine Zellvermehrung durch Zelltheilung im Sinne der Autoren weisen nur einzelne meiner Bilder hin, und es kann darum das Vorkommen derselben auch im Flimmerepithel des Erwachsenen nicht ausgeschlossen werden.

Schliesslich führe ich noch einen Versuch an, zu dessen Anstellung ich veranlasst wurde, weil mir in Macerationspräparaten öfters Gruppen von geschichteten Plattenepithelien entgegentraten. Anfänglich beachtete ich diese weniger, bis mich Schnittpräparate lehrten, dass an dem häutigen Theile der Trachea und nur an diesem zwischen den Flimmerzellen Inseln von geschichteten Plattenepithel nicht selten seien (Fig. II, Taf. II). Ich habe diese Verhältnisse beim Hund, Kaninchen, Meerschweinchen und Menschen gefunden, und bei diesem einmal eine höchst eigenthümliche Gruppe erhalten, welche ich in Fig. VIII, 1 abgebildet habe.

Ich durfte meinen Untersuchungen zu Folge, schon vorneherein vermuthen, dass an den betreffenden Stellen Plattenepithelien nur in Folge geänderter Druckverhältnisse entstanden sein konnten. Solche konnten Platz gegriffen haben, wenn eine grössere Partie des Flimmerepithels etwa durch einen circumscripten Entzündungsprocess abgestossen wurde, und ich glaubte Plattenepithel erhalten zu können, wenn ich künstlich einen Substanzverlust in der Trachea hervorbrächte.

Ich brannte daher in die Trachea eines Kaninchens vier kleine Löcher und legte nach vier Tagen eine Hälfte davon in Müller'sche Flüssigkeit, die andere in absoluten Alkohol. Jedes Stück enthielt zwei Löcher. Nach 48 Stunden untersuchte ich aus ersterem Stücke die Zellen, welche vom Rande eines Loches weg um dasselbe auf eine Strecke von ungefähr 1 Mm. sich befanden. Da fand ich, dass sich die Zellen nicht mehr so verhielten, wie die des normalen Flimmerepithels. Es lagen mir platte, mit Flimmern versehene Zellen ohne Fortsätze (Fig. V, 1, Taf. I) und mit Fortsätzen (Fig. V, 2) vor, dann Flimmerzellen, welche façettirt und langgestreckt waren (Fig. V, 3), andere zeigten eine gedrungene Gestalt mit Façetten (Fig. V, 4), dann begegnete ich Flimmerzellen mit langen Fortsätzen (Fig. V, 5), kurz, ich fand Zellen mehr minder ähnlich mit den isolirten Zellen aus den drei Schichten des geschichteten Pflasterepithels. Ferner deuteten die Fortsätze der Zellen darauf hin, dass diese nicht mehr senkrecht auf der Trachea, sondern gegen sie geneigt standen. Nach meiner Voraussetzung mussten sich die Flimmerzellen in einer gewissen Entfernung vom Loche an gegen dieses umgelegt haben. Die

Schnittpräparate aus dem in Alkohol gelegten Stücke bestätigten dieses. Vorsichtshalber fertigte ich dieselben so an, dass ich das Messer vom Rande des Loches weg führte. An einem solchen Schnitte (Fig. I, Taf. II) sieht man, dass in einiger Entfernung vom Rande *R* bei *A* normales Flimmerepithel sich befindet. Dieses fängt an gegen *B* hin allmälig sich umzulegen, behält dabei in der Strecke *B* den Charakter des Flimmerepithels noch bei, bis man endlich nahe am Rande in der Strecke *C* ausgesprochenes Pflasterepithel sieht.

Fig. VII, Taf. I stellt die Strecke *a b* an der Grenze von *C* und *B* vergrössert dar. In der Strecke *C* konnte ich auch mit stärkerer Vergrösserung keine Flimmern sehen.

Nach der Auseinandersetzung des Wachsthums des Flimmerepithels lassen sich diese Verhältnisse leicht erklären. Durch den Substanzverlust wurde der seitliche Widerstand für die am Rande stehenden Zellen vollständig aufgehoben, nahm aber für die entfernt stehenden offenbar nach dem Maasse ihres Abstandes von der Öffnung wieder zu, bis er in einer gewissen Entfernung wieder normal wurde. Wir haben gesehen, dass der seitliche Druck der Zellen für die Gestaltung der Zellen selbst im normalen Zustande das Hauptmoment ist. Im vorliegenden Falle konnten aber alle Basalzellen nach Massgabe ihrer Entfernung vom Rande gegen diesen hin sich am leichtesten entwickeln und legten sich daher gleichsam dachziegelförmig übereinander. In diesem Sinne wuchsen sie weiter und während sie dort, wo der seitliche Widerstand ein verhältnissmässig grosser war, noch zu Flimmerzellen mit Fortsätzen werden konnten, hatten sie sich an den Stellen mit stets abnehmendem seitlichen Widerstande immer mehr in der Fläche ausgebreitet.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. I. Zellengruppe aus der Trachea des Kaninchens. Links die Basalzellen herausgefallen. *k* Kerne der Basalzellen, *k'*, *k''* Kerne von Flimmerzellen; *f* Fortsatz einer Flimmerzelle, *f'* der einer Keilzelle; *z* Fussplatten, welche in ihrer Gesammtheit eine gezackte Linie bilden. Müller'sche Flüssigkeit. Hartnack, Occ. 2, Obj. 7.

Fig. II. 1. Gruppe von Basalzellen; *z* deren Fussplatten. 2. und 3. Isolirte façettirte Zelle und Flügelzelle; *z* Fussplatten. 4, 5, 6. Combinationen von Flügel-, façettirten und Basalzellen. 7. Keilzelle mit ihrer Umgebung. 8. Zwischen 2 Basalzellen eine Rudimentzelle; links eine Flügelzelle in Profilansicht. 9. Gruppe von Keilzellen und Rudimentzellen. 10. Keilzelle. 11. Die Keilzelle *k*, deren Fortsätze theilweise abgerissen sind, sizt rittlings auf den beiden façettirten Zellen *b' b''*. Der Leib von *b'* befindet sich hinter der Basalzelle *b*. 12. Keilzelle *kz* in Profilansicht; zwischen ihren Fortsätzen *f, f'* befindet sich eine den Fortsatz *f'* in ihrem weiteren Wachsthume abschnürende Zelle *r*, welche ihrerseits ebenfalls schon Fortsätze zeigt. 13. Flimmerzellengruppe; zwischen den Flimmerzellen befinden sich Keilzellen *kz* von zwei verschiedenen Wachsthumsstadien. 14. Zellgruppe, bestehend aus zwei Flimmerzellen *fz*, einer Keilzelle *kz* im Profil und Basalzelle *bz;* bei *e* die scharfe Ecke eines abgetrennten Fortsatzes. 15. Die Flimmerzelle *fz* sitzt auf der Rudimentzelle *rz; kz* Keilzelle. 16. Gruppe aus drei Basalzellen, mit Fuchsin gefärbt, von unten betrachtet. Man sieht die Contouren der in einander greifenden Fussplatten. 17. Verschiedene Formen von Rudimentzellen. 18. Die Gruppe 1, etwa in der Kernhöhe von unten gesehen. 19, 20. Keilzellen. 21, 22, 23. Flimmerzellen mit mehreren Fortsätzen. 24, 25. Flimmerzellen mit einem Fortsatze und bei *e* von abgeschnürten Fortsätzen herrührenden Ecken; *p* die pyramidenförmigen Ansätze. 26, 27. Flimmerzellen mit einem Fortsatze. 28, 29, 30. Gruppen von Flimmer-, Keil-, Basal- und Rudimentzellen. Sämmtliche Zellen sind aus der Trachea von Kaninchen in Müller'scher Flüssigkeit macerirt. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. III. 1. Becherzellen mit Flimmerzellen; die „Becherzelle“ rechts oben offen. 2. Becherzelle, mit daran liegender Flimmerzelle. 4. Oben offene „Becherzelle“ zwischen 2 Flimmerzellen. Kaninchen 1, 2, 3 aus Müller'scher Flüssigkeit. 4. Überosmiumsäure. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. IV. Verschiedene Zellindividuen aus der Trachea des Meerschweinchens. Müller'sche Flüssigkeit. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. V. Formen von Flimmerzellen aus der Trachea eines operirten Kaninchens. (Siehe Text.) Müller'sche Flüssigkeit. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. VI. Isolirte Zellen und Zellgruppen aus der Trachea des Hundes 1, 2, 4. Basalzellgruppen. 5. Flügelzelle. 6. Basalzellen mit einer über ihnen befindlichen Keilzelle. 7. Façettirte Zelle. 8. Keilzelle im Profil; noch nicht vollständig durchlöchert. 9. Keilzelle mit mehreren Fortsätzen. 10, 11. Flimmerzelle mit mehreren Fortsätzen. 12. Flimmerzelle mit Fussplatte *p*. 13. Gespaltene Flimmerzelle.

Fig. VII. Das Stück *a b* der Fig. I, Taf. II, mit Hartnack, Occ. 2, Obj. IX gesehen.

Fig. VIII. Zellgruppen und isolirte Zellen aus der Trachea des Menschen. 1. Gruppe, in welcher neben und über cylindrischen Zellen polygonale Zellen liegen; Flimmern waren weder an diesen, noch an jenen sichtbar; *bz* Becherzelle. 2. Complex von Basal- und Rudimentzellen. Die Rudimentzelle *a* läuft oben in eine feine Spitze aus. 3. In Theilung begriffene Basalzelle. 4. Flimmerzelle mit neben befindlichem Rudimente. 5. Basalzellen, von welchen ein Theil durch eine andere Zelle fast abgeschnürt ist.

Tafel II.

Fig. I. Stück aus der Trachea eines operirten Kaninchens. Müller'sche Flüssigkeit, Alkohol. Bei *B* Rand des gebrannten Loches; rechts von *A* normales Flimmerepithel; von *A* gegen *B* legen sich die Zellen allmälig um und gehen bei *C* in vollständige Plattenepithelien über, an welchen Flimmern nicht mehr wahrzunehmen sind. *a*. Grenze, bis zu welcher hin die Flimmerzellen reichen. Hartnack, Occ. 2, Obj. VII.

Fig. II. Geschichtetes Plattenepithel aus dem häutigen Theile der Trachea vom Hunde. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. III. Versilberte Froschcornea von der inneren Seite gesehen. Die dicken, im Zickzack verlaufenden Linien die Grenzen der Fussplatten, die blassen Linien entsprechen den Contouren der Zellen der obersten Schichte. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. IV. Versilbertes Trachealepithel vom Hunde. Die Zickzacklinien die Grenzen der Fussplatten der Rudiment-, Basal-, Keil- und Flimmerzellen. Die Kreise die Contouren von mit hoher Wachsthumsenergie ausgerüsteten Rudimentzellen. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. V. Versilbertes Epithelstück aus der Trachea des Hundes, von der Aussenfläche gesehen. Die starken Contouren die Grenzen der Flügel-, façettirten und Keilzellen, die blassen Linien geben die Contouren der Flimmerzellen bei weiter gesenktem Tubus wieder. Hartnack, Occ. 2, Obj. IX.

Fig. VI. Versilbertes Epithelstück aus der Trachea des Kaninchens. Die Silberlinien entsprechen den Contouren der Flügel-, façettirten Zellen in ihrer Kernhöhe. Hartnack, Occ. 2. Obj. IX.

Fig. VII. Innere Oberfläche des Epithels der Trachea des Kaninchens, versilbert. Die polygonalen Felder entsprechen den Flimmerzellen; die runden den „Becherzellen". Bei *a* und *b* kommen Becherzellen aneinander zu liegen. Hartnack, Occ. 2, Obj. VII.

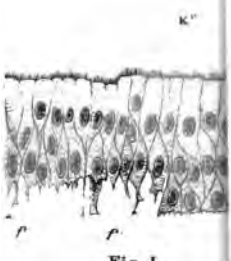
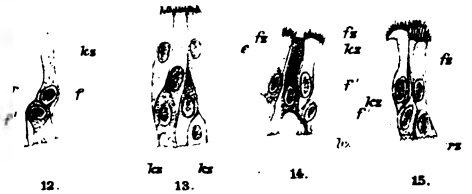


Fig. I.



12. 13. 14. 15.

Fig. II.

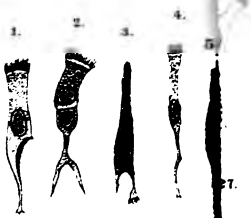
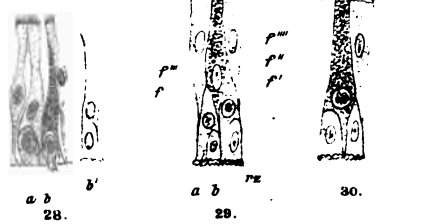
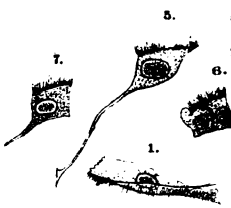
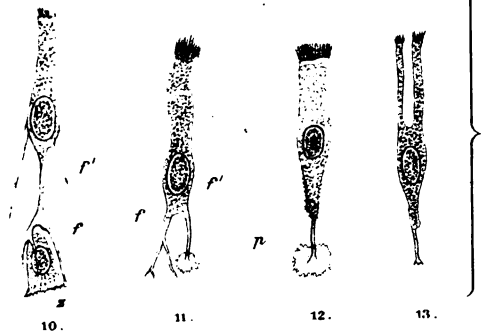


Fig. IV.



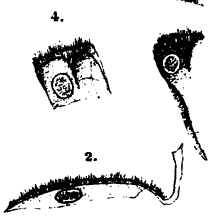
28. 29. 30.





10. 11. 12. 13.

Fig. VI.



3. 4. 5.

Fig. VIII.

Gez. v. Verf. lith. v. Dr J. Heitz

K. k. Hof- u. Staatsdruckerei

XXI. SITZUNG VOM 23. OCTOBER 1879.

Das Rectorat der Universität in Kopenhagen übermittelt die aus Anlass der vierhundertjährigen Gründungsfeier dieser Hochschule geprägte Gedenkmedaille und die hiezu erschienenen Festschriften.

Die Direction des k. k. militär-geographischen Institutes übermittelt ein Exemplar eines im Instituts-Archive erliegenden älteren Werkes:

„Opérations géodésiques et astronomiques pour la mesure d'un arc du parallèle moyen, exécutées en Piémont et en Savoie par une commission composée d'officiers de l'état major général et d'astronomes piémontais et autrichiens en 1821, 1822, 1823." (Zwei Quartbände mit 14 Karten.)

Das w. M. Herr Prof. E. Suess übersendet eine Abhandlung des Herrn Prof. H. Hoefer in Přibram, unter dem Titel: „Die Erdbeben Kärntens und deren Stosslinien".

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien, von Herrn Privatdocenten Dr. N. Weiss: „Über die Histiogenesis der Hinterstrangsklerose".

Das c. M. Herr Prof. L. Boltzmann in Graz übersendet eine Abhandlung: „Über die auf Diamagnete wirksamen Kräfte".

Der Secretär legt eine von Herrn Prof. Durège eingesendete Abhandlung des Herrn Jos. Mautner, Lehramts-Candidaten in Prag, vor, betitelt: „Character, Axen, conjugirte Durchmesser und Punkte der Kegelschnitte einer Schar".

Herr Ferdinand Anton, Observator der k. k. Gradmessung in Wien, überreicht eine Abhandlung: „Bestimmung der Bahn des Planeten (154) Bertha."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia reale delle scienze di Torino: Memorie. Ser. 2ª. Tomo XXX. Torino, 1878; 4°.

— — Atti. Vol. XIV. Disp. 6ª & 7ª Maggio & Giugno 1879 Torino; 8°.

Ackerbau-Ministerium, k. k.: Statistisches Jahrbuch für 1878. 3. Heft: Der Bergwerksbetrieb Österreichs im Jahre 1878. Erste Lieferung: Die Bergwerksproduction. Wien, 1879; 8°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1877. 5. u. 6. Heft. Wien, 1879; 8°. — Jahr 1878. 1. Heft. Wien, 1879; 8°. — Jahr 1876. 10. Heft. Wien, 1879; 8°.

— — Ausweise über den auswärtigen Handel der österreichisch-ungarischen Monarchie im Sonnenjahre 1878. XXXIX. Jahrgang, IV., V. und VI. Abtheilung, Wien, 1879; gr. 8°.

— — k. k., zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale: Mittheilungen. V. Band, 3. Heft. Wien, 1879; gr. 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. III. Jahrgang, Nr. 41 und 42. Cöthen, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIX, Nr. 14. Paris, 1879; 4°.

Copenhague, Université: Aperçu sur l'Organisation. Copenhague, 1878; 4°. — Kjøbenhavns Universitets Retshistorie 1479—1879 af Henning Matzen. 1. & 2. Del. Kjøbenhavn 1879; 4°. Gedächtnissmedaille des vierhundertjährigen Bestandes der Universität.

Gesellschaft, Deutsche, chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 14. Berlin, 1879; 8°.

— Wetterauische für die gesammte Naturkunde zu Hanau: Bericht über den Zeitraum vom 13. December 1873 bis 25. Januar 1879. Hanau, 1879; 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. XL. Jahrgang. Nr. 41 & 42. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang. Nr. 41 & 42. Wien, 1879; 4°.

Krankenhaus Wieden, k. k.: Bericht vom Solarjahre 1878. Wien, 1879; 8°.

Ludwig, E. u. J. Mauthner: Chemische Untersuchung der Karlsbader Thermen. Wien; 8°.

Museum Francisco-Carolinum: XXXVII. Bericht nebst der XXXI. Lieferung der Beiträge zur Landeskunde von Österreich ob der Enns. Linz, 1879; 8°.

Nature. Vol. XX. Nr. 520. London, 1879: 4°.

Observatorio de Madrid: Anuario. Año XV, XVI y XVII. 1877—79. Madrid, 1876—78; 8°. — Almanaque náutico para 1880. Madrid, 1878; 4°. — Observaciones meteorológicas desde el dia 1° Diciembre de 1873 al 30 de Noviembre de 1874. Madrid 1875; 8°; desde el dia de Diciembre de 1874 al 31 del mismo mes de 1875. Madrid, 1877; 8°. Resúmen de las Observaciones meteorológicas desde el dia 1° de Diciembre de 1873 al 30 de Noviembre de 1874. Madrid, 1877; 8°; desde el dia de Diciembre de 1874 al 31. de Diciembre 1875. Madrid, 1878; 8°. — Memoria de la Biblioteca de la Universidad central correspondiente à 1878. Madrid, 1879; 4°.

Recherches géologiques: Udsigt over det sydlige Norges Geologi med i texten irotagne Tegninger, Profiler, Planer en Atlas etc. von Dr. Theodor Kjerulf. Christiania, 1879 gr. 4°. — Atlas, 39 Plancher grafiske Fremstillinger. Christiania, 1879; Querfolio,

Reichsanstalt, k. k. geologische: Verhandlungen. Nr. 10, 11 & 12. Wien, 1879; 4°.

„Revue politique et littéraire", et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". IXe année, 2e série, Nr. 16. Paris, 1879; 4°.

Roškiewicz, J., k. k. Oberst: Directe Reduction der Militärmappen zu Karten kleineren Massstabes unter Anwendung der gekörnten Zeichnung (Schummerung) am Papier; mit 12 Beilagen. Wien, 1879; 8°.

Société entomologique de Belgique: Compte-rendu. Série 2. Nrs. 63—68. Bruxelles, 1879; 8°.

— de Biologie: Compte rendu des séances. Fascicules Nr. 1—3 de Janvier à fin Décembre 1873. Paris, 1873—74; 8°. —

Fascicule Nr. 1 de Janvier à fin Avril 1874. Paris, 1874; 8°. — Fascicule Nr. 1 de Janvier à fin Avril 1875. Paris, 1875; 8°. — Fascicule Nr. 3, d'Octobre à fin Décembre 1875. Paris, 1876; 8°. — Fascicules Nr. 1—3; de Janvier à fin Décembre 1876. Paris, 1876—77; 8°.

Société Mémoires. Fascicule de l'année 1873. Paris, 1874; 8°. — Fascicule de l'année 1875. Paris, 1876; 8°. — Fascicule de Janvier à Decembre 1876. Paris, 1877; 8°. — Comptes rendus des Séances et Mémoires. Tome I de la 6e série, année 1874. Paris, 1875; 8°. — Tome IV de la 6e série, année 1877. Paris, 1879; 8°.

Society, royal of London: The Council of the royal Society 30. November, 1878; 4°. — Catalogue of scientific Papers (1864—1873). Vol. VIII. London, 1879; gr. 4°.

— — Philosophical Transactions; for the year 1877. Vol. 167. Part 2. London, 1878; 4°. — Vol. 168 (Extra Volume). London; 4°, for the year 1878. Vol. 169. — Part 1. London, 1878; 4°.

— — Proceedings. Vol. XXVI. Nr. 184. London, 1877; 8°. — Vol. XXVII. Nrs. 185—189. London, 1878; 8°. — Vol. XXVIII. Nrs. 190—195. London, 1878—79; 8°. — Vol. XXIX. Nr. 196. London, 1879; 8°.

Statistisches Departement im k. k. Handelsministerium: Statistik der Dampfkessel, Dampf- und Gaskraft-Maschinen. II. Hälfte. Wien, 1879; 4°.

Verein, militär-wissenschaftlicher in Wien: Organ. XIX. Band, 3. Heft. 1879. Wien; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 42. Wien, 1879; 4°.

Über die Histiogenesis der Hinterstrangsklerose.

Von Dr. N. Weiss,

Privatdocent für interne Medicin und Secundararzt im k. k. allgemeinen Krankenhause in Wien.

(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.)

(Mit 1 Tafel.)

Die sogenannte graue Degeneration der Hinterstränge des Rückenmarkes ist schon Gegenstand vielfacher und eingehender Untersuchungen gewesen. Die Resultate dieser Untersuchungen zeigten insoferne eine Übereinstimmung, als die bewährtesten Forscher sich der Anschauung zuneigten, dass bei diesem Processe die Nervenfasern untergehen und eine Grundsubstanz, mit Fibrillen versehen, an ihre Stelle tritt. Schon Rokitansky sprach sich dahin aus, dass es bei dieser Erkrankung zur Entwicklung einer die Nervenmassen auseinander drängenden halbflüssigen, graulichen Substanz käme, welche sich endlich in eine opake, röthlich weisse, weisse Schwiele umwandle. In ähnlicher Weise hat Virchow die Vorgänge bei diesem Processe dargestellt. Noch umfassender wurden dieselben später von Friedreich und Frommann[1] geschildert. Wenn nun auch die Forscher über diesen Punkt fast vollständig einig sind, so lässt sich dies nicht in gleicher Weise von den Anschauungen über die Art und Weise behaupten, wie die Fibrillen entstehen. Manche der Autoren, so namentlich Leyden, halten das bei dieser Erkrankung nachweisbare fibrillare Gewebe nicht für ein neugebildetes, sondern betrachten dieses derbe Maschenwerk als etwas restirendes, die Atrophie (Degeneration) der Nervenfasern als das Wesentliche des Processes. Andere Autoren und insbesondere Friedreich sprechen

[1] Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarkes. Jena 1864.

sich dagegen mit Bestimmtheit darüber aus, dass es sich bei der in Rede stehenden Erkrankung um eine Neubildung von Fibrillen handle, ohne das Substrat dieser Neubildung näher zu bezeichnen.

Erst Frommann hat den bereits von Rokitansky vermutheten Übergang der weichen Bindesubstanz des Rückenmarkes in geformtes fibrilläres Gewebe eingehender erörtert und geradezu behauptet, dass die neugebildeten Fibrillen aus den originären Septis herauswachsen.

Der Umstand nun, dass die verschiedenen Autoren über die Art der Entstehung der Fibrillen nicht ganz bestimmte Ansichten vorbringen, dürfte es gerechtfertigt erscheinen lassen, die Resultate einer neueren Untersuchung dieses Gegenstandes mitzutheilen zumal da dieselben gerade über diesen Punkt zu einer bestimmteren Anschauung führte.

Zunächst jedoch werde ich mich mit der Schilderung des der Untersuchung zu Grunde liegenden Krankheitsfalles beschäftigen. Der Fall[1] betraf einen 32jährigen Mann, welcher vor 14 Jahren einen harten Chancre und damit allgemeine Syphilis acquirirt und seit vier Jahren angeblich ohne nachweisbare Ursache an parästhetischen Zuständen an der Haut der unteren Extremitäten und an Unsicherheit im Gehen litt. Die motorische Kraft der Muskeln der unteren Extremitäten war dabei eine ganz normale die Einzelbewegungen kraftvoll ausführbar; dagegen liess sich die bei combinirten Bewegungen bemerkbare Störung der Motilität sofort als eine durch mangelhafte Coordination der Bewegungen bedingte erkennen. Im weiteren Verlaufe der Erkrankung wurde die Ataxie immer deutlicher, die Erscheinungen von Seite der sensiblen Sphäre traten mehr in den Hintergrund, jedoch gesellten sich bald auch Störungen von Seite der Blase hinzu, welche endlich zur vollständigen Blasenlähmung führten.

Nach einer im letzten Jahre aufgetretenen Diphtherie des Rachens aggravirten sich die Krankheitserscheinungen so sehr,

---

[1] Der Kranke wurde am 7. Juli 1878 auf Zimmer 26 des k. k. allgemeinen Krankenhauses aufgenommen und starb daselbst am 31. Juli 1878. Die Verwerthung des Falles in dieser Abhandlung wurde mir von Herrn Primarius Dr. Standhartner in freundlichster Weise concedirt, wofür ich ihm meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

dass Patient seitdem vollständige Lähmung der unteren Extremitäten, Blasen- und Mastdarmlähmung zeigte, wozu sich noch langsame Sprache und erschwertes Schlingen hinzugesellte. Die Blasenlähmung führte ziemlich bald zu Veränderungen in der Blasenschleimhaut, es kam schliesslich zur Entwicklung einer sehr ausgeprägten Cystitis, und durch diese sowohl als durch den inzwischen aufgetretenen Decubitus am Kreuzbeine und an den Trochanteren wurde der lethale Ausgang herbeigeführt.

Die Section ergab: Hochgradige graue Degeneration der Hinterstränge des Rückenmarkes, vorzugsweise in der Lendenpartie, im geringeren Grade auch die Seitenstränge degenerirt. Lobularpneumonie im Unterlappen beider Lungen, diphtheritische Cystitis, jauchig eiterige Pyelitis, Nephritis suppurativa beiderseits. Decubitus an den Trochanteren und am Kreuzbeine.

Bevor ich auf die Schilderung der krankhaften mikroskopischen Verhältnisse eingehe, muss ich über den normalen Bau der Rückenmarkstränge eine Bemerkung vorausschicken. Man weiss, dass das Rückenmark Septa besitzt, welche die einzelnen markhaltigen Fasern umscheiden; wie fein diese Septa sind und ob jede markhaltige Faser eingescheidet ist, ist bisher noch nicht genau bestimmt worden. Es macht häufig den Eindruck, als ob gelegentlich je eine markhaltige Faser umscheidet wäre und gelegentlich wieder, als ob kleinere Gruppen von solchen Fasern nur eine gemeinschaftliche, natürlich durchbrochene Scheide besässen.

Wenn man nun einen Querschnitt einer erkrankten Partie des Rückenmarkes untersucht — es ist dabei gleichgiltig, ob es sich um eine acute oder eine mehr chronische Form[1] der Myelitis handelt — so begegnet man sehr häufig Bildern, welche sich in Kürze folgendermassen schildern lassen:

Der Querschnitt des Rückenmarkes ist von einem ziemlich dichten Netze durchzogen, welches sich wegen der eingestreuten Kerne, wegen seiner guten Färbung in Karmin, zum Theil auch wegen des streifigen Ansehens als das sogenannte Bindegewebsnetz bestimmen lässt. Innerhalb der häufig noch sehr grossen

[1] Hierunter dürften die sogenannten Sklerosen der einzelnen Stränge des Rückenmarkes zu subsummiren sein.

Maschen des Netzes liegen dann markhaltige Fasern mit geschwellten oder auch ungeschwellten Axencylindern. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass das, was hier als Bindegewebsnetz oder als Bindegewebssepta geschildert wird, von der Norm abweicht, dass es wesentlich verdickt ist, kurz massiger ist, als in der Norm. Sieht man diese Bindegewebssepta näher an, so erkennt man, dass in ihnen noch Querschnitte von Axencylindern angetroffen werden. Nimmt man die Bilder ganz objectiv, wie sie sich darbieten, so muss man sagen, diese Axencylinder entbehren der Markscheide, sie sind, abgesehen von dem sie abgrenzenden Contour, ringsherum von der Substanz des Bindegewebsseptums umgeben. Solche Querschnitte von Axencylindern findet man zuweilen nur hie und da vereinzelt, zuweilen findet man deren innerhalb der Bindegewebssepta ganze Züge.

Diese Bilder drängen die Vermuthung auf, dass die Bindegewebsstrassen, die sich jetzt an dem Querschnitte des kranken Rückenmarkes beobachten lassen, Axencylinder in sich aufgenommen haben, dass die Axencylinder in ihnen unter- oder aufgegangen sind, in einer Weise, die ich für den Augenblick ganz unberührt lassen kann.

Verdickte Axencylinder sieht man, wie ich hier noch einmal ausdrücklich bemerken will, bei verschiedenen Erkrankungen des Rückenmarkes, in besonderer Häufigkeit bei der acuten Myelitis — ob sie nun auf traumatischer oder irgend einer anderen Grundlage beruht — nicht ganz selten auch bei der sogenannten Sclerose en plaques disseminées, sowie bei den verschiedenen Formen der chronischen Myelitis überhaupt.

Wenn man nun Querschnitte der dorsalen Hinterstränge von dem früher geschilderten Tabesfalle untersucht, so bildet die Anwesenheit eines fibrillären Gewebes die auffälligste pathologische Veränderung. Stellenweise sieht man thatsächlich einen Filz von feinsten Fibrillen, zwischen welchen hie und da Kerne angetroffen werden und man ist, an manchen Stellen wenigstens, nicht im Stande, über die Genesis dieser Fibrillen irgend welche Auskunft zu geben. An einigen Stellen aber kommen distincte Bilder zur Anschauung, welche über das Zustandekommen der Fibrillen und Fibrillenbündel Klarheit verbreiten. Man sieht zunächst die netzförmig angeordneten geschwellten Septa, deren Maschenräume

bald weiter, bald enger sind, zuweilen so weit, dass man der Schätzung nach mehrere markhaltige Fasern darin vermuthen könnte, zuweilen so klein, dass sie kaum mehr als eine markhaltige Faser mittleren Durchmessers zu bergen vermöchten. Das Netz selbst zeigt nur hie und da einen durch Karmin stark tingirten Kern, aber es ist in seiner ganzen Ausdehnung von feinen Körnchen ganz durchsetzt. Dass diese Körnchen nicht Fett sind, geht einerseits aus dem Aussehen derselben hervor, andererseits aus dem Umstande, dass die Präparate mit Alkohol, Terpentin, Damarlack behandelt werden können, ohne dass diese Körnchen verschwinden. Prüft man solche Schnitte mit stärkeren Vergrösserungen, so gelingt es leicht, durch Veränderungen in der Einstellung die Körnchen in die Tiefe hinein in ihrer Fortsetzung zu Fasern zu verfolgen. Es gelingt dies am besten an den Kanten des Schnittes, wo man bekanntermassen sehr leicht durch den Wechsel der Schraubenstellung den Übergang des Längsschnittes in den Querschnitt studiren kann. Namentlich gilt dies für jene Fälle, wo die Seitentheile der Querscheibe schräg stehen oder durch das Messer gezerrt wurden und sich mit ihrem Längsschnitte auf den Objectträger auflegen. Es gelingt ja eben nicht, so dünne Querschnitte anzulegen, dass an den Seitentheilen derselben bei stärkerer Vergrösserung nicht auch Längsbilder zum Vorscheine kämen.

In solchen Fällen also kann man sich mit Sicherheit davon überzeugen, dass die feine Punktirung der Netze nichts anderes bedeutet, als eine Ansammlung von Querschnitten von Fibrillen, welche der Längsaxe des Rückenmarkes näherungsweise parallel verlaufen.

Es kann nunmehr die Frage aufgeworfen werden, ob sich die Fibrillen zu Netzen angeordnet haben oder ob die Netze früher vorhanden waren und in Fibrillen zerfallen sind.

Eine ganz bestimmte Antwort lässt sich auf eine solche Frage selbstverständlich nicht geben, die Antwort kann nur mit Wahrscheinlichkeit gegeben werden. Sie lautet wie folgt: Dass sich Fibrillen, nachdem sie gebildet sind, zu Netzen gruppiren, ist uns nicht bekannt, und es entspricht auch eine solche Formation nicht unseren Kenntnissen von der Natur der Fibrillen, die wir ja als Endproducte eines Processes ansehen, als Endproducte, welche

als solche, der Process mag wie lange immer bestehen, persistiren. Andererseits geht schon aus der früheren Schilderung hervor, dass sich krankhafter Weise und auch bei solchen chronischen Processen im Rückenmarke aus den primär vorhandenen Bindegewebsseptis, zunächst verdickte Netze bilden, dass also, wie man sich ausdrückt, die Neuroglia anschwillt. Es ist also aus diesen Gründen wahrscheinlich, dass das Netz früher da war, dass die Bildung des verdickten Netzes den Beginn der Erkrankung darstellt, und dass der fibrilläre Zerfall des Netzes das Sekundäre ist. Für diese Art der Bildung spricht ferner der Umstand, dass man in den Maschen des Netzes von Stelle zu Stelle Axencylinder vorfindet und dass man selbst innerhalb der Netze Inselchen findet, die man als nichts anderes, als für Reste von Axencylindern deuten kann.

Weiters spricht ziemlich entscheidend für diese Auffassung der Umstand, dass die Netze nicht ganz und gar aus Bündeln von Fibrillen bestehen, sondern dass die Fibrillen, wenn auch ausserordentlich zahlreich, in dem Netze liegen.

Endlich kommt der Umstand in Betracht, dass auf demselben Querschnitte analoge Netze vorhanden sind, welche jene Punktirung nicht zeigen, also keine Fibrillen enthalten.

Die grosse Wahrscheinlichkeit spricht also dafür, dass die Bildung des verdickten Netzes das primäre und die Bildung von Fibrillen aus dem Netze oder der fibrilläre Zerfall des Netzes eine secundäre Erscheinung ist.

Es soll mit dieser Schilderung natürlich nicht gesagt sein, dass diese Art der Faserbildung die einzige oder die einzig mögliche ist; ich schildere eben nur den Befund und schliesse an, in welcher Weise ich den Befund mit Wahrscheinlichkeit deuten muss.

Wenn ich jetzt nach der Schilderung des Befundes noch einmal auf die geschichtlichen Daten zurückkommen soll, so muss ich anführen, dass eigentlich Frommann Befunde vorgetragen hat, an welche sich die meinigen zunächst anschliessen. Frommann hat schon gesehen, dass sich in den am schwersten erkrankten Partien des Tabesrückenmarkes Netze von Neurogliafasern befinden und er hat auch schon gesehen, dass in diesen Netzen Körnchen vorkommen, welche er auch ganz richtig als

Fig. I.

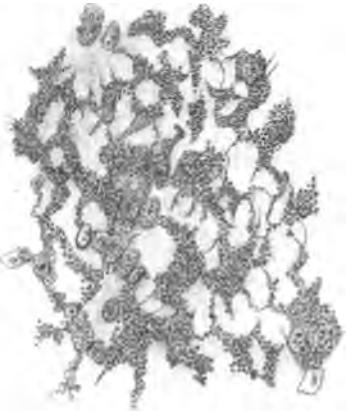


Fig. II.

Gez u lith v Dr J Heitzmann K.k.Hof-u Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. nat. Cl. LXXX. Bd. III Abth. 1879.

Querschnitte von Fibrillen deutet. „Innerhalb der Fasern", sagt er auf p. 120 der früher citirten Arbeit, worunter er, wie es scheint, blos die Bindegewebssepta versteht „war es nun nicht nur zur Bildung von in ihnen verlaufenden Fibrillen gekommen, es waren bereits hier Fibrillen ausgewachsen, welche zum grossen Theile in den Körnchen der ersteren wurzelten, sowohl zwischen den Nervenfasern in der Ebene der Längsschnitte verliefen, als in die zwischen Mark und Septa befindlichen schmalen Lücken und Spalten vorgedrungen waren."

Wie man sieht, hat also Frommann dieselben Bilder gesehen, nur sollten seiner Deutung nach die Fibrillen, die man in die Tiefe hinein von dem Querschnitte aus verfolgen kann, aus den Körnchen herausgewachsen sein, eine Auffassung, welche, wie sich aus meiner Schilderung ergibt, der meinigen nicht entspricht.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

9.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie und theoretischen Medicin.

XXII. SITZUNG VOM 6. NOVEMBER 1879.

Die Direction des k. k. Staatsgymnasiums in Marburg dankt für die Betheilung dieser Anstalt mit dem akademischen Anzeiger.

Das k. und k. Reichs-Kriegs-Ministerium übermittelt die von der dritten Section des technischen und administrativen Militär-Comité bearbeitete Zusammenstellung der „Verluste der im Jahre 1878 mobilisirten k. k. Truppen, vom Beginn der Mobilisirung bis zum Jahresschlusse, vor dem Feinde und in Folge von Krankheiten".

Herr Major F. Jaitner in Wien übersendet ein Exemplar der Kriegsbilder-Skizzen aus dem Bosnisch-Herzegowinischen Occupations-Feldzuge 1878 von der Marschlinie: Brood, Sarajevo, Visegrad bis an den Lim", von Herrn Carl Balog v. Mankobück, Oberlieutenant in der Reserve des k. k. Linien-Infanterie-Regimentes Erzherzog Josef Nr. 37.

Das w. M. Herr Dr. J. L. Fitzinger übermittelt eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung, betitelt: „Der langhaarige gemeine Ferkelhase *(Cavia Cobaga, longipilis)*." Eine bisher noch nicht beschriebene Form.

Das w. M. Herr Director Dr. Steindachner übersendet eine für die Denkschriften bestimmte Abhandlung unter dem Titel: „Zur Fischfauna des Cauca und der Flüsse bei Guayaquil."

Ferner übersendet Herr Director Steindachner:

1. eine Abhandlung des Herrn Aug. Wimmer unter dem Titel: „Zur Conchylien-Fauna der Galapagos-Inseln".
2. eine Abhandlung des Herrn Dr. C. B. Klunzinger über neuholländische Fische, unter dem Titel: „Die v. Müller'sche Sammlung Australischer Fische".

Das c. M. Herr Prof. Dr. Stricker übersendet eine Abhandlung des Herrn Dr. A. Spina, Assistenten am Institut für allge-

meine und experimentelle Pathologie in Wien: „Über die Saftbahnen des hyalinen Knorpels.“

Herr J. Liznar, Adjunct an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, überreicht eine Abhandlung: „Magnetische Messungen in Kremsmünster, ausgeführt im Juli 1879.“

Herr Dr. H. Weidel überreicht eine im Laboratorium des Prof. v. Barth in Gemeinschaft mit Herrn J. Herzig ausgeführte Arbeit, betitelt: „Studien über Verbindungen aus dem animalischen Theer. III. Lutidin.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 43e année, 2me série. Tome VIII. Nrs. 40—43. Paris, 1879; 8°.

Academy, the New York of Sciences: Annals. Vol. I. Nrs. 1—2 & 3—4. New York, 1877; 8°.

— of Natural Sciences of Philadelphia: Proceedings. Part 1—3. January—December 1878. Philadelphia, 1878; 8°.

Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna: Memorie. Serie 3. Tomo X. Fascicolo 1—4°. Bologna, 1879; 4°.

— — Rendiconto delle Sessioni. Anno accademico 1878—79. Bologna, 1879; 8°.

— fisio-medico-statistica di Milano: Atti anno XXXV dalla fondazione. Milano, 1879; 8°.

— reale delle scienze di Torino: Atti. Vol. XIV. disp. 5a (Aprile 1879). Torino; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. bairische: Die musikalischen Handschriften der k. Hof- und Staatbibliothek in München; beschrieben von Jul. Jos. Maier. I. Theil. Die Handschriften bis zum Ende des XVII. Jahrhunderts. München, 1879; 8°.

— — Über die chemische Synthese; von Dr. Adolf Baeyer. München, 1878; 4°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 30 u. 31. Wien, 1879; 4°.

Archivio per le scienze mediche. Vol. III. Fascicolo 4°. Torino, 1879; 8°.

Bibliothèque universelle: Archives des Sciences physiques et naturelles. III. Période. Tome II. Nrs. 9—15. Septembre 1879. Genève, Lausanne, Paris; 8°.

Central-Station, königl. meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreiche Bayern. München, 1879. Jahrgang I. Heft 2; gr. 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXXI, Nrs. 15 & 16. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, Senckenbergische naturforschende: Abhandlungen. XI. Band, 2. u. 3. Heft. Frankfurt a/M., 1878; gr. 4°.

— — Bericht 1876—77 u. 1877—78. Frankfurt a/M. 1877 bis 1878; gr. 8°.

Gewerbe-Verein, nied.-österr. Wochenschrift. XL. Jahrgang Nr. 43 u. 44. Wien, 1879; 4°.

Istituto, reale Lombardo di scienze e lettere: Memorie. Vol. XIV.—V. della serie 3. Fascicolo II. Milano, Pisa, Napoli, 1879; gr. 4°.

— — Rendiconti. Serie 2. Vol. XI. Milano, Pisa, Napoli, 1878; 8°.

Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie. Für 1878. 1. Heft. Giessen, 1879; 8°.

Journal, the American of Science and Arts. Vol. XVIII. Nrs. 103—106. Juli—October 1879. New Haven; 8°.

Lund, Universität: Acta. Mathematik och Naturvetenskap. Tom. XII 1875—76. Lund; gr. 4°. — Tom. XIII 1876—77. Lund gr. 4°. — Tom. XIV 1877—78. Lund; gr. 4°.

— — Minnesskrift utgifven af kongl. Fysiografiska Sällskapet i Lund med Anledning af dess Hundra Arsfest den 3. October 1878. Lund; gr. 4°.

— — Lunds Universitets-Biblioteks Accessions-Katalog 1876 bis 1877 & 78. Lund; 8°.

Lyceum of Natural History of New York: Annals. Vol. XI. Nrs. 9—10 & 11—12. New York 1876; 8°.

Moniteur scientifique du Docteur Quesneville: Journal mensuel. XXIII. Année. 3e Série. Tome IX. 455e Livraison. — Novembre 1879. Paris; 4°.

Museum of comparative Zoology at Harvard College. Memoirs. Vol. VI. Nr. 1 (1st Part). The Auriferous gravels of the

Sierra nevada of California; by J. D. Whitney. Cambridge, 1879; gr. 4°.

Nature. Vol. XX. Nr. 521. London, 1879; 4°.

Nouvo Cimento, 3. série. Tome VI. Luglio e Agosto. Pisa, 1879; 8°.

Observatory, the Astronomical of Harvard College: Annals. Vol. IX. Leipzig, 1878; folio.

Repertorium für Experimental-Physik, von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 10. Heft. München. 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". IXe année, 2e série. Nrs. 17 & 18. Paris, 1879; 4°.

Rostock, Universität: Akademische Schriften aus dem Jahre 1878/79; 24 Stücke, fol. 4° & 8°.

Società adriatica di Scienze naturali in Trieste: Bollettino. Vol. V. Nr. 1. Trieste, 1879; 8°.

— crittogamologica italiana: Atti. Vol. I. Milano, 1878; 8°.

— degli Spettroscopisti italiani: Memorie. Dispensa 5^a—7^a. Maggio—Luglio 1879. Palermo; 4°.

Société des Ingénieurs civils: Mémoires, 32e année, 3e série, 4e Cahier. Juillet et Août 1879; Paris; 8°.

Society, the American geographical: Bulletin. 1878. Nr. 5. New York, 1879; 8°. — 1879. Nr. 1. New York; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and Monthly Record of Geography. Vol. I. Nr. 10. London, 1879; 8°.

— the royal of Edinburgh: Transactions. Vol. XXVIII. Part. 2. For the session 1877—78. Edinburgh; 4°. — Proceedings. Session 1877—78. Vol. IX. Nr. 100. Edinburgh; 8°.

Verein, naturhistorisch-medicinischer zu Heidelberg: Verhandlungen. Neue Folge. II. Band. 4. Heft. Heidelberg, 1879; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 43 & 44. Wien, 1879; 4°.

Über die Saftbahnen des hyalinen Knorpels.

Von Dr. A. Spina,

Assistenten am Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.

(Mit 1 Tafel.)

Bis in die neuere Zeit herein sah man im Knorpel den einfachsten Typus der Gewebe. Man unterschied in ihm rundliche, von Membranen umhüllte Zellen und eine Grundsubstanz. Je nachdem die letztere hyalin oder fibrillirt erschien, sprach man von hyalinem oder Faserknorpel, enthielt die Grundsubstanz hingegen elastische Fasern oder Platten, dann nannte und nennt man einen solchen Knorpel einen elastischen oder Netzknorpel.

Des Weiteren unterschied man ein gross- und kleinzelliges Knorpelgewebe, und, wenn die Zellen in demselben dicht aneinander gelagert erschienen, nannte man den Knorpel einen Parenchymknorpel. Über das Verhältniss dieser Knorpelarten zu einander hat man sich bis zum heutigen Tage keine bestimmten Vorstellungen machen können.

Der wiederholt beobachtete Übergang des Knorpels in Bindegewebe, seine Fähigkeit, sich in Knochen umzubilden, die chemische Verwandtschaft des Chondrins mit Leim, so wie der Nachweis des Chondrins in bindegewebigen Organen, führten zu der Einreihung des Knorpelgewebes in die Gruppe der Bindesubstanzen. Welche Stellung aber das Knorpelgewebe in der Bindesubstanzgruppe einnehme, darüber konnte man lange nicht schlüssig werden. Anfänglich schrieb die Mehrzahl der Histologen dem Knorpel eine besondere Stellung innerhalb dieser Gruppe zu, da es ihnen nicht gelingen konnte, die von Virchow für die Gewebe der Bindesubstanzgruppe aufgestellten gemeinsamen Merkmale wie die Sternform der Zellen im Knorpelgewebe wieder zu finden.

Als dann später H. Müller die Behauptung aufgestellt hatte, dass die damals allgemein geltende Anschauung, der Knorpel

könne sich zu Knochen entwickeln, unrichtig sei, dass vielmehr die knorpelige Anlage von Knochen untergehe, und an ihre Stelle der Knochen als ein besonderes Gewebe trete, glaubte man die dem Knorpelgewebe zugeschriebene besondere Stellung dahin präcisiren zu können, dass man es als ein Gewebe ansah, welches entweder im Laufe der Entwicklung eines Thieres untergehe und von anderen Geweben abgelöst werde, oder wenn es sich im Thierkörper behaupte, sich allen weiteren Entwicklungsvorgängen gegenüber passiv verhalte.

In der That war auch die damalige Kenntniss der Knorpelstructur ganz darnach angethan, solche Speculationen zu unterstützen.

Ein Gewebe, dessen Zellen durch grosse Massen einer derben, knorpelharten Grundsubstanz von einander isolirt werden, dem auf grosse Strecken hin sowohl Blut- wie Lymphgefässe fehlen, konnte leicht als passiv angesehen werden. Diese Meinung gewann eine neue Stütze zur Zeit der Entdeckung der Auswanderung farbloser Blutkörperchen. Hatte sich doch die Mehrzahl der Forscher der Annahme zugeneigt, dass die fixen Zellen überhaupt nicht mehr proliferiren; um wie viel eher durfte man dies von den Knorpelzellen vermuthen. In der That ging man daran, alle Vorgänge im Knorpel, ob sie nun normal oder pathologisch waren, auf die Emigration farbloser Blutkörperchen zurückzuführen. So sollten die Knorpelmarkräume bei der Ossification, so ferner die von Redfern und Goodsir beschriebene Zellwucherung im entzündeten Knorpel durch Emigration von Zellen und Usur des Knorpelgewebes bedingt sein.

Gleichzeitig mit dem Auftauchen dieser Argumente für die Passivität des Knorpels wurden aber auch anderweitige neue Erfahrungen über den Knorpel gemacht, welche dieser Theorie nicht günstig waren. Im Jahre 1867 hat Reitz[1] unter Stricker's Leitung eine Untersuchung ausgeführt, aus der hervorging, dass ungelöste Farbstoffe, welche in das Venensystem eines Thieres gespritzt werden, in die Knorpelzellen, ja in die Kerne derselben dringen. Stricker und Reitz zogen aus ihren Untersuchungen

[1] Sitzgsb. der k. Akademie d. Wissensch. in Wien. Bd. 55.

weitgehende Consequenzen, denn die von ihnen gemachte Beobachtung lehrte eindringlich, dass die damals gangbaren Vorstellungen über die Structur des Knorpels unrichtig seien. Wie sollten Farbstoffkörnchen in die Knorpelzellen eindringen, wenn die Grundsubstanz des Knorpels eine gleichartige, widerstandsfähige Masse ist, wenn die Zellen desselben von einander durch diese Masse vollkommen isolirt sind? Die Richtigkeit der Angaben Reitz's wurde anfangs hartnäckig bestritten. Ponfik[1] und Langerhans[2] stellten in Abrede, dass überhaupt Farbstoffkörnchen in die Zellen eindringen können.

Stricker vertheidigte die erste Angabe von Reitz, nachdem Hutob[3] unter seiner Leitung das Eindringen von Farbstoff in den Knorpel neuerdings beobachtet hatte.

Cohnheim hingegen bestritt die Richtigkeit aller dieser Angaben, und seine Zuversicht in der Negation war so gross, dass er sich gegen die behauptete Farbstofffütterung des Knorpels mit der Bemerkung[4] wendete, „das Auftreten von Zinnoberkörnchen in Knorpelzellen nach Einführung derselben in den Kreislauf sei eine Thatsache, die ausserhalb Wiens von Niemanden beobachtet worden ist".

Im Jahre 1872 trat Stricker noch einmal für seine Behauptung ein, indem er auf der Leipziger Naturforscherversammlung an Präparaten von Heitzmann Farbstoffkörnchen im Knorpel demonstrirte. Soviel mir aus den Berichten über diese Versammlung bekannt ist, wurde die Thatsache des Eindringens von Farbstoffkörnchen von einigen Histologen anerkannt, nicht aber die Consequenzen, die Stricker aus der Thatsache zog, die Consequenz nämlich, dass im Knorpel eine Saftströmung vorhanden sein müsse.

Im Jahre 1868 hatte Bubnoff,[5] gleichfalls unter Leitung Stricker's, Canäle im Knorpel direct demonstrirt. Aber auch dies fruchtete wenig. Auch die Angaben von Bubnoff wurden

---

[1] Medic. Centralblatt 1869, Nr. 42 u. 43.

[2] Medic. Centralblatt 1870. Nr. 5.

[3] Medic. Jahrbücher 1871.

[4] Untersuchungen über die embolischen Processe. Berlin 1872, pag. 108.

[5] Sitzgsber. d. k. Akademie d. Wissensch. in Wien. Bd. 57.

bestritten. Hutob und Stricker[1] zeigten ferner, dass die Knorpelzellen wuchern, dass sich im Gefolge dieser Wucherung Ausschmelzungsräume im Knorpel bilden. Hier waren also directe Belege für das Leben des Knorpels gegeben. Aber auch diese Angaben wurden bestritten, und die Pathologen besonders blieben nach wie vor dabei, dass der Knorpel ein passives Gewebe sei.

Die Angaben von Reitz wurden 1869 von einem Forscher, nämlich von Barth,[2] zwar bestätigt. Aber selbst Barth polemisirte gegen Reitz, weil, sagte Barth, der Farbstoff nur in jüngeren Knorpelzellen aufzufinden sei.

In der neueren Zeit haben sich indessen die Verhältnisse ganz anders gestaltet. Heute wird die Möglichkeit, Farbstoffkörner in den Knorpel einzubringen, fast allgemein anerkannt.

Die Methoden des Eindringens sind zwar andere geworden, und auch über die Wege des Eindringens wird, wie ich gleich zeigen werde, discutirt, aber das Factum wird anerkannt. So wurden in jüngster Zeit Farbstoffkörner entweder in Zellen oder in der Grundsubstanz von Gerlach,[3] Budge,[4] Arnold[5] und Nycamp[6] unter Conheim's Leitung gesehen.

Das Eindringen von Farbstoff in den Knorpel konnte den an anderen Geweben erworbenen Erfahrungen zu Folge auf dreifache Weise geschehen. Entweder es führen zu den Zellen des Knorpels Canälchen, welche die Grundsubstanz allseitig durchsetzen oder es sind in der Grundsubstanz unregelmässige interfibrilläre Spalten vorhanden, in welchen der Farbstoff abgelagert wird oder aber die Zellen stehen mit einander mit Fortsätzen in Verbindung, längs welcher der Farbstoff zu den Zellen gelangt.

Die meisten Histologen, welche sich mit dem Einverleiben von Farbstoffen beschäftigt haben, entschieden sich im Sinne der von Recklinghausen vorgebrachten Hypothese für die Annahme einer canalisirten Grundsubstanz.

---

[1] L. c.

[2] Medic. Centralbl. 1869. Nr. 40.

[3] Über das Verhalten des indigschwefelsaueren Natrons im Knorpelgewebe. Erlangen 1876.

[4] Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XIV u. XVI.

[5] Virchow's Archiv. Bd. 68.

[6] Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XIV.

Als der wichtigste Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme wurde angeführt, dass die Farbstoffkörnchen im Knorpel in Form von Fäden, welche die Zellen mit einander verbinden, deponirt werden. Dieses Argument erwies sich bald als ungenügend.

Tillmanns[1] zeigte, dass die Grundsubstanz des Knorpels, wenn derselbe mit gewissen Macerationsflüssigkeiten behandelt werde, aus Bindegewebsfibrillen, wie die Grundsubstanz eines jeden anderen Bindegewebes zusammengesetzt erscheine. Mit diesen Angaben war eine zweite Art des Eindringens von Farbstoff bekannt geworden. Denn unter Heranziehung dieses Fundes konnte das Auftreten von Farbstoffnetzen auf die Weise, wie es durch Arnold[2] geschehen ist, erklärt werden, dass nämlich die Farbstoffnetze keinem besonderen Canalsystem, sondern verzweigten interfibrillären Lymphspalten entsprechen.

Eine dritte Art, nach welcher Farbstoffkörner in Zellen dringen können, war durch die Untersuchungen von Stricker und Norris[3] erschlossen.

Stricker und Norris haben an der entzündeten Hornhaut des Frosches, dem vorher Anilin in die Bauchhöhle gespritzt worden war, in den Fortsätzen der Hornhautzellen Wanderungen von Anilinkörnchen beobachtet. Sie haben gesehen, wie diese Körnchen von Fortsatz zu Fortsatz, aus einer Zelle in die andere übergeführt werden. Von da ab vertheidigte Stricker den Satz, dass die Saftströmung durch die Zellleiber und ihre Fortsätze bewerkstelligt werde.

Vergleichend anatomische Untersuchungen schienen dieser Hypothese nicht ungünstig zu sein.

Denn Autoren, welche das Knorpelgewebe niedrig stehender Thiere untersuchten, haben die Existenz von verzweigten Zellen im Knorpel über allen Zweifel sichergestellt.

Ich verweise nur auf die ersten Angaben von Queckett über Knorpelzellen der Cephalopoden und Plagiostomen, von Gegenbauer über Knorpelzellen der Selachier, von Boll über Knorpelzellen der Cephalopoden.

---

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. X.

[2] L. c.

[3] Studien aus dem Institute für experim. Pathologie 1870.

Aber die Angaben dieser Forscher bezogen sich nur auf niedrig stehende Thiere, und sie mussten auch nur auf diese Thiere beschränkt bleiben, da es Niemanden gelungen ist, verzweigte Zellen im Säugethierknorpel des Besonderen im hyalinen Knorpel zu finden.

Erst Heitzmann[1] gelang es, unzweifelhaft den Beweis zu führen, dass auch die Knorpelzellen der Säugethiere mittelst Fortsätze in Verbindung stehen.

Heitzmann stellte verzweigte Knorpelzellen durch Tinction mit Goldsalzen dar. Er bediente sich aber bei der Verfertigung der Präparate solcher Knorpeln, welche, wie aus seinen Angaben zu entnehmen ist, nicht echte hyaline, sondern mehr oder weniger Faserknorpel waren.

Aber Heitzmann dehnte seine Behauptung auch auf den hyalinen Knorpel aus und stützte sich hiebei auf Untersuchungen, die er an Knorpelpräparaten in vivo gemacht hat. Seine Angaben sind bis jetzt von Niemandem bestätigt worden.

Nach Heitzmann wurden verzweigte Knorpelzellen noch überdies von Hertwig[2] und Colomiatti[3] aber wieder nur an nichthyalinen Knorpeln beschrieben. Colomiatti bekämpft daher die Angaben Heitzmann's in Betreff des hyalinen Knorpels, indem er sich darauf beruft, Zellfortsätze im hyalinen Knorpel weder nach Gold- oder Silberbehandlung noch in vivo gesehen zu haben. Colomiatti bestreitet auch zum grossen Theile die Richtigkeit der von Hertwig vorgebrachten Angaben, indem er die von Hertwig als Saftkanäle beschriebenen Gebilde für elastische Fasern erklärt. In ähnlicher Weise sprach sich auch Deutschmann[4] aus. Auch diesem Autor zufolge sollen die Fortsätze der Zellen des Netzknorpels elastische Fasern sein. Das Vorhandensein von Zellen mit soliden Ausläufern im echten hyalinen Knorpel ist demnach nicht mit Bestimmtheit erwiesen.

---

[1] Medic. Jahrbücher 1872.

[2] Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. IX.

[3] Giornale della Acad. di Torino 1876.

[4] Über Entwicklung elastischer Fasern im Netzknorpel. Dissert. Erlangen 1873.

Soll ich den Stand der Frage im Kurzen resumiren, so ist es zwar anerkannt, dass Farbstoffkörner in das Knorpelgewebe eindringen können. Aber über die Wege des Eindringens ist man zu keiner definitiven Theorie gelangt. Ja es gibt sogar Forscher, welche die Farbstoffnetze für Kunstproducte erklären, entstanden durch den hohen Injectionsdruck oder durch die Imbibitionsfähigkeit des Knorpelgewebes. Die Forscher, welche in neuerer Zeit sich in diesem Sinne erklärten, sind: Colomiatti,[1] Retzius,[2] Brückner,[3] Tillmanns[4] und Gerlach.[5]

Nach vielen vergeblichen Versuchen, mich von der Gegenwart verzweigter Zellen im hyalinen Knorpel, sei es nun in Knorpeln in vivo oder nach Anwendung von Farbstoffen, zu überzeugen, wendete ich mich zur Untersuchung von frischen Knorpeln, denen, während sie mikroskopirt wurden, von den Seiten des Deckglases verschiedene Agentien zugesetzt worden sind. Ich erfuhr dabei, dass die gebräuchlichen Carmin-, Hämatoxylin-, Gold- und Silberlösungen, sowie Glycerin-, Chromsäure- und Osmiumsäure-Lösungen vorwiegend die Grundsubstanz des lebenden hyalinen Knorpels bald mehr, bald weniger zur Quellung bringen. Ich wählte nun wasserentziehende Agentien.

Dabei lernte ich eine Methode kennen, nach welcher verzweigte Zellen im hyalinen Knorpel sich nicht nur mit Leichtigkeit, sondern auch mit grosser Sicherheit nachweisen lassen. Mein Verfahren ist das folgende:

Der Knorpel, am besten eignen sich hiezu die Gelenksenden von Knochen, wird auf 3—4 Tage in Alkohol gelegt, dann in Schnitte zerlegt und diese abermals in Alkohol untersucht.

Man kann sich an solchen Präparaten auf das Sicherste überzeugen, dass von den Zellen des hyalinen Knorpels solide Fortsätze ausgehen. Die Fortsätze entspringen, wie man sich leicht und sicher überzeugen kann, zumeist aus dem Leibe der

---

[1] L. c.

[2] Nord med. arkiv. IV.

[3] Über Eiterbildung im hyalinen Knorpel. Dissert. Dorpat 1873.

[4] L. c.

[5] L. c.

geschrumpften Zellen, sie durchziehen hierauf die Grundsubstanz und verbinden sich mit den Fortsätzen anderer Zellen.

Die Dicke und Zahl derselben ist zahlreichen Schwankungen unterworfen. Die zahlreichsten und gleichzeitig feinsten Zellausläufer fand ich in Präparaten, welche den oberflächlichen Schichten von Gelenksknorpeln mittelgrosser Frösche entnommen waren. (Fig. I.)

Hier entspringen die Fortsätze aus den Zellen wie die Speichen eines Rades, dringen dann, mässig divergirend, in die Grundsubstanz ein. Benachbarte Zellausläufer nehmen nun, je weiter sie sich von der Zelle entfernen, einen um so mehr parallelen Lauf an, so dass die Grundsubstanz in der Nähe der Zellen zierlich radiär (Fig. I, *a*), in einiger Entfernung von den Zellen aber parallel und dichter gestreift erscheint (Fig. I, *b*.). Die Zellausläufer verzweigen sich in der Regel nicht.

Doch wird man hie und da von Stellen ansichtig, in denen die Zellfortsätze einer Zelle durch seitliche Zweige mit einander in Verbindung treten und die Grundsubstanz in Form eines zierlichen Netzes (Fig. II) durchziehen.

Nicht immer entspringen die Zellfortsätze an dem ganzen Umfange des grössten optischen Zelldurchschnittes. Oft ereignet es sich, dass sie an zwei entgegengesetzten Stellen der Zellperipherie büschelförmig ausstrahlen, während andere Theile derselben nur mit spärlichen Zellausläufern besetzt sind. (Fig. III.)

Die Fortsätze eines Büschels verlaufen dann oft parallel zu einander und verbinden sich nicht selten durch kleine, spitzwinklig abgehende Reiserchen.

Ich glaube diese Art von Knorpelzellen hier besonders hervorheben zu müssen, weil viele dieser Zellen sowohl Analoga der bei niederen Thieren gesehenen Knorpelzellen abgeben, als auch in ihrer Form und Grösse den in jüngster Zeit von Budge[1] dargestellten Zellen mit Canälen vollkommen entsprechen.

Andere Bilder hinwieder erhält man aus Knorpelpartien, welche nahe der Ossificationsgrenze gelegen sind. Die Zellen dieser Gegend enthalten seltene, aber mächtige Fortsätze. Auch sie entspringen radiär aus den Zellleibern, auch sie nehmen auf

[1] Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. XVI.

dem Wege durch die Grundsubstanz einen parallelen Verlauf an, und verzweigen sich nur ausnahmsweise.

Diese Fortsätzte sind ihrer Dicke wegen geeignet, einen sicheren Aufschluss über das Verhältniss derselben zu den Zellkapseln zu geben. Untersuchungen mit starken Immersionslinsen (Hartnack, Nr. 15), lehren auf das Bestimmteste, dass die Zellausläufer die Kapsel nicht nur durchbrechen, sondern dass die Kapsel sich auch auf die Fortsätze selbst erstreckt, so dass diese an ihrer Ursprungsstelle, gleichwie der Zellleib, von einer Hülle umgeben werden.

Nothwendige Bedingung für die Einsichtnahme dieser Verhältnisse ist eine vollkommen glatte Schnittfläche und Vermeidung all der früher angegebenen, quellenden Reagentien.

Setzt man nämlich zu einem Alkoholpräparate einen Tropfen Glycerin zu, oder färbt man dasselbe nach einer der üblichen Methoden, so verschwinden die Zellfortsätze gänzlich, bald schneller, bald langsamer, je nach dem Grade der Einwirkung der angewandten Agentien.

Es ergibt sich demnach aus dem Ebenerwähnten dass das hyaline, structurlose Aussehen der Knorpelgrundsubstanz durch die bis jetzt in der Histologie bei Untersuchung von Knorpeln gehandhabten Präparationsmethoden bedingt ist, und dass man die Zellausläufer ausnahmslos zur Ansicht bringen kann, wenn man den Knorpel nach Alkohol-Einwirkung unter den oben angeführten Bedingungen untersucht.

Dass die Grundsubstanz des lebenden Knorpels auch ohne Anwendung von quellenden Agentien gleichfalls hyalin erscheint, ist von keinem Belang, seitdem wir wissen, dass auch andere Grundsubstanzen, beispielsweise die der Cornea, im lebenden Zustande vollkommen hyalin aussehen.

Nachdem ich die Alkoholbilder kennen gelernt hatte, machte ich mich noch einmal an die Untersuchung des lebenden hyalinen Knorpels und ich fand, dass man allerdings selten und nur hie und da Spüren einer Zeichnung erblicken kann, welche der an Alkoholpräparaten beschriebenen näherungsweise entspricht. Aber diese Zeichnungen sind selten und wenig ausgeprägt.

Nachdem das Vorhandensein von Zellfortsätzen constatirt worden war, suchte ich nun die Frage zu beantworten, ob denn nicht die Netze der Zellausläufer nach Farbstoff-Fütterung den Farbstoffnetzen der verschiedenen Autoren entsprechen. Die Beantwortung dieser Frage scheint allerdings von nebensächlicher Bedeutung zu sein. Denn ist einmal das Vorhandensein von Knorpelzellen mit Fortsätzen constatirt, dann ist es weniger wichtig, zu untersuchen, ob auch die Fortsätze der Knorpelzellen befähigt sind, Farbstoffkörner aufzunehmen. Wenn ich dennoch an die Beantwortung dieser Frage ging, so veranlassten mich dazu zwei Umstände. Erstens verfüge ich über eine Tinctionsmethode, welche wegen der Sicherheit ihres Erfolges die Einwände gegen die Angaben von Reitz wirkungsvoller zu bekämpfen vermag, als die complicirten Methoden des Eintreibens von Farbstoffen mittelst superiostaler Injectionen oder mittelst hohen Wasserdruckes. Zweitens schien es mir von Bedeutung, zu untersuchen, welche Theile des Knorpelgewebes geeignet sind, den Farbstoff aufzunehmen, ob die Farbstoffpartikelchen etwa nur in den Zellen und ihren Fortsätzen oder auch in der Substanz zwischen den Letzteren, also in der Grundsubstanz, abgelagert werden.

Meine Methode ist die folgende:

Es wurden mittelgrossen Fröschen[1] in den Hautlymphsack zweimal des Tages je 0·8 Ctm. einer Carminammoniaklösung, aus welcher man zuvor durch Erwärmung das Ammoniak entfernt hatte, mittelst einer Pravatz'schen Spritze injicirt, das Thier nach acht Tagen darauf getödtet, der Humeruskopf herausgeschnitten, in Alkohol gehärtet, in Schnitte zerlegt und abermals in Alkohol untersucht. Ich fand in solchen Präparaten und zwar zumeist in den Kernen der grösseren Knorpelzellen kleine Carminkörnchen eingelagert.[2] Die Zellleiber selbst und die Grundsubstanz waren von dem Farbstoffe frei. Setzt man die Injectionen durch 2—3 Wochen fort, dann gelingt es, allerdings nicht immer, Farbstoffkörner nicht nur in den Zellkernen allein, sondern auch in den Zellleibern und den Zellfortsätzen zu finden. Untersucht man

[1] Am besten eignen sich hiezu *Ranae esculentae,* Sommerthiere von 50—60 Ctm. Stammeslänge.

[2] Viele Zellkerne erscheinen auch diffus gefärbt.

Spina: Über die Saftbahnen des hyalinen Knorpels.

Fig. I.

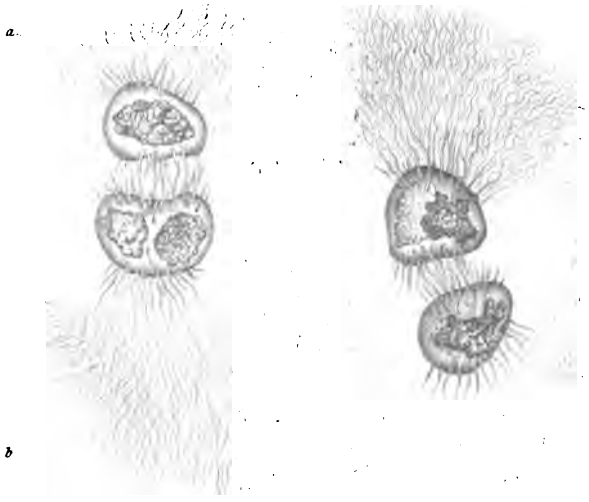


Fig. II.

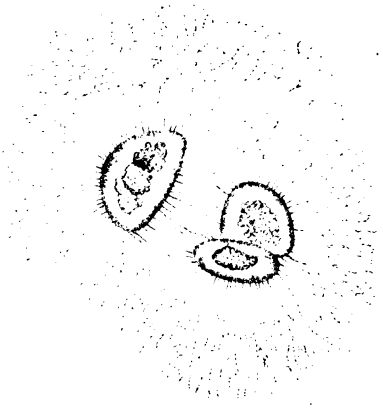
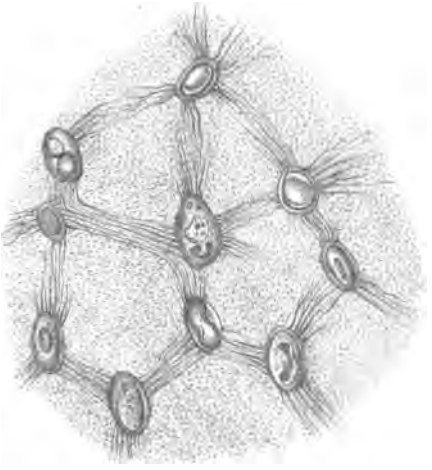


Fig. III.



Gez. u. lith. v. Dr. J. Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. nat. Cl. LXXX. Bd. III. Abth. 1879.

einen farbstoffhältigen Zellfortsatz mit Hartnack's Immersion Nr. 15, so sieht man auf das Deutlichste, dass sich die Farbstoffkörnchen in einem soliden Faden befinden.

Setzt man nun vom Rande des Deckglases einen Tropfen Glycerin zu, so wird der eingestellte Zellfortsatz immer mehr und mehr undeutlich, bis er endlich ganz verschwindet. Die Farbstoffkörnchen scheinen dann in der hyalin gewordenen Grundsubstanz zu liegen. Auf diese Weise erhält man oft Bilder, welche mit den beschriebenen Farbstoffnetzen der Autoren identisch sind.

Ich muss daher die Giltigkeit des Schlusses, dass die netzförmige Anordnung der Farbstoffkörnchen interfibrillären Spalten entspreche, in Abrede stellen. Die beschriebenen Bilder sind richtig, aber die Untersuchungen waren nicht ausreichend, um aus ihnen solche Schlüsse zu ziehen. Meine Untersuchungen haben eben gelehrt, dass Farbstoffkörnchen, die man ganz bestimmt in verzweigten Zellfortsätzen findet, bei einer anders gearteten Behandlung des Knorpels eine netzförmige Anordnung in der Grundsubstanz annehmen. Ich halte den Satz, dass sich Farbstoffkörnchen in Zellfortsätzen befinden, für erwiesen; ob sie ausserhalb der Zellausläufer sich auch im Knorpel fortbewegen können, dafür ist der Beweis noch ausständig.

XXIII. SITZUNG VOM 13. NOVEMBER 1879.

Die Direction des k. k. Staatsgymnasiums in Freistadt dankt für die Betheilung dieser Anstalt mit den periodischen Schriften der Akademie und mit dem Anzeiger.

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung: „Untersuchungen über die Entwicklung der centralen Nervengewebe", von S. Stricker und Dr. L. Unger.

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn stud. phil. Michael Trebitscher in Wien: „Über die Reduction eines Büschels von Curven zweiter Ordnung auf ein Strahlenbüschel."

Herr Vice-Präsident Hofrath Freiherr v. Burg überreicht eine Abhandlung „Über die Wirksamkeit der Sicherheitsventile bei Dampfkesseln" mit der Bemerkung, dass er der h. Classe bereits im Jahre 1862 unter demselben Titel eine ähnliche Arbeit vorgelegt habe, welche auch in den Sitzungsberichten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe, Bd. XLV, Abth. II, erschienen ist.

Zu den in der Sitzung am 7. November gemachten Vorlagen ist eine von Herrn Josef Lorber, Forsttechniker in Spittal an der Drau, eingesendete Abhandlung, betitelt: „Schiessen unter Wasser" nachzutragen.

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Accademia Pontificia de' Nuovi Lincei: Atti. Anno XXXI. Sessione V^{a}, VI^{a} & VII^{a} Roma 1878; 4^{0}. — Anno XXXII. Sessione I^{a} e II^{a}. Roma, 1878—79; 4^{0}.

— R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXII. 1877—78. Serie 3. Memorie della classe di scienze fisiche, matematiche e naturali. Volume II. Dispensa prima e seconda. Roma, 1878; 4^{0}.

Accademia R. dei Lincei: Atti. Anno CCLXXVI. 1878—79. Serie 3ª. Transunti. Vol. III. Fascicolo 7° ed ultimo. Roma, 1879; 4°. — Sul Potere assorbente. Sul Potere emissivo termico delle fiamme, e Sulla temperatura dell' arco voltaico. Memoria del socio Francesco Rossetti. Roma, 1879; 4°.

Adamkiewicz, Albert Dr.: Das Schicksal des Ammoniak im gesunden und die Quelle des Zuckers und das Verhalten des Ammoniak im Diabetes-kranken-Menschen. Berlin, 1879; 8°.

Amersin, Ferdinand: Haschischgenuss im Abendland, Triest, 1879; 8°.

Annales des Mines. VIIe série. Tome XVI. 4me Livraison de 1879. Paris, 1879; 8°.

Comptes rendus des Séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIX. Nr. 17. Paris, 1879; 4°.

Fritsche, Dr. H.: The Climate of Eastern Asia. Shanghai; 8°.

Gesellschaft, deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 15. Berlin, 1879; 8°.

— naturforschende zu Leipzig: Sitzungsberichte. V. Jahrgang 1878. Leipzig, 1878; 8°.

— der Wissenschaften, königl. sächsische zu Leipzig: Berichte über die Verhandlungen. Mathematisch-physische Classe 1875, II, III, IV. Leipzig, 1876; 8°. — 1876. I, II. Leipzig, 1876; 8°. — 1877. I, II. Leipzig, 1877—78; 8°. — 1878. I. Leipzig, 1879; 8°.

— — Abhandlungen des XI. Bandes Nr. 6. Dioptrische Untersuchungen, insbesondere über das Hansen'sche Objectiv von W. Scheibner. Leipzig, 1876; 4°. — Nr. 7. Das Werber'sche Gesetz bei Zugrundelegung der unitarischen Anschauungsweise, von Carl Neumann. Leipzig, 1876; 4°. — Nr. 8. Elektrodynamische Massbestimmungen, insbesondere über die Energie der Wechselwirkung von Wilhelm Weber. VII. Abhandlung. Leipzig, 1878; 4°. des XII. Bandes, Nr. 1. Elektrische Untersuchungen. XIII. Abhandlung, von W. G. Hankel. Leipzig, 1878; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 43—45. Wien, 1879; 4°.

— — Zeitschrift. XXXI. Jahrgang, 10. Heft. Wien, 1879; fol.

Institut, königl. Preussisches geodätisches: Publication. Astronomisch-geodätische Arbeiten im J. 1878. Berlin, 1878; 4°.

Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti: Atti. Tomo terzo, serie quinta. Dispensa 8ª—10ª. Venezia 1876—77; 8°. — Tomo quarto, serie quinta. Dispensa 1ª—9ª. Venezia, 1877 1878; 8°.

Jahrbuch über die Fortschritte der Mathematik. IX. Band. Jahrgang 1877. Heft 2. Berlin, 1879; 8°.

Mittheilungen aus Justus Perthe's geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXV. Band. 1879; X. Gotha, 1879; 4°.

Museum of Comparative Zoölogy at Harvard College: Bulletin. Vol. V. Nrs. 8 & 9. Cambridge, 1878; 8°. — Cambridge, University Reporter Nr. 298. Cambridge, 1879; 4°.

Nature. Vol. XXI. Nr. 523. London, 1879; 4°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." IXe Année, 2e Série. Nr. 19. Paris, 1879; 4°.

Smithsonian Institution: Annual Report for the year 1877. Washington, 1878; 8°.

— Institution: Miscellaneous Collections. Vol. XIII, XIV & XV. Washington, 1878; 8°.

Società, J. R. agraria di Gorizia: Atti e Memorie. Anno XVIII. Nuova Serie. Nrs. 6—10. Gorizia, 1879; 8°.

Société géologique de France: Bulletin. 3e série, tome VI. 1878. Nr. 7. Paris, 1877 à 1878; 8°.

Society, the Zoological of London: Proceedings of the year 1878. Part 4. London; 8°.

— Transaction. Vol. X. Parts 10 & 11. London, 1879; 4°.

United States: Geological Survey of the territories. Birds of the Colorado Valley. Misc. Publi. XI. Washington, 1878; 8°.

— — geological and geographical Survey of the territories. Tenth annuul Report. Washington, 1878; 8°. — Bulletin. Vol. IV. Number 4. Washington, 1878; 8°.

— — Coast Survey during the years 1874 & 1875. Washington, 1877—78; 4°.

— — Report of the Commissioner of Agriculture for the year 1877. Washington, 1878; 8°.

United States: Researches on the motion of the Moon by Simon Newcomb. Washington, 1878; 4°.

Verein für Geschichte der Deutschen in Böhmen: Goethe als Naturforscher in Böhmen; von D. Gustav C. Laube. Prag, 1879; 8°.

— für vaterländische Naturkunde in Württemberg: Jahreshefte. XXXV. Jahrgang. Stuttgart, 1879; 8°.

Wiener Medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 45. Wien, 1879; 4°.

Untersuchungen über die Entwicklung der centralen Nervengewebe.

Von Dr. **L. Unger** in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie der Wiener Universität, eingesendet von Herrn Prof. Stricker.)

A. Einleitung.

Auf allen Gebieten der Histiologie stehen heute nochunsere Erfahrungen über die Histiogenesis wesentlich hinter den Kenntnissen über die fertigen Gewebe zurück. Es ist dies zum Theil darin begründet, dass ein fertiger Bau leichter durch Zerreissen und Zerschneiden zu ergründen ist, als ein werdender, andererseits aber darin, dass man das Werden der feinsten Gewebe selbst doch niemals direct beobachtet hat, und man immer nur darauf angewiesen ist, verschiedene Phasen zu combiniren. Es muss also erst darüber speculirt werden, wie Dasjenige, was man im Embryo sieht, geworden ist, und darin liegt wohl das Haupthinderniss welches die Erforschung der Genesis erschwert. Für das centrale Nervensystem kommt aber noch ein anderes, sehr wesentliches, Moment dazu. Es war bis in die neueste Zeit herein die Lehre von der normalen Structur der weissen Substanz noch so lückenhaft, dass schon dadurch die Erkenntniss der genetischen Phasen ausserordentlich beeinträchtigt war. Ich will diese Momente hier gleich näher erörtern.

Berücksichtigen wir zunächst die Structur der Markscheide. Bis vor wenigen Jahren glaubte man, der Axencylinder sei von einer in sich gleichartigen Markhülle umgeben. Stilling[1] hat zwar eine Structur der Markscheide behauptet, und es ist jetzt wahrscheinlich, dass seinen Behauptungen werthvolle Beobachtungen

[1] Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. 1859.

zu Grunde lagen. Aber Stilling's Angaben haben keine Anerkennung gefunden. Erst Kühne und Ewald[1] haben am peripheren Nerven gezeigt, dass die Markscheide ein Gewebe enthält, dass sie von einem Gerüste durchsetzt ist, welches einerseits bis an den Axencylinder, andererseits und nach aussen hin bis an die Schwann'sche Scheide reicht. Es fällt nun nicht schwer, sich davon zu überzeugen, dass ein analoges Gerüste auch die Markscheide in der weissen Substanz von Hirn und Rückenmark durchsetzt, und meine Studien über die Genesis haben gelehrt, dass dieses Gerüste früher da ist, als das Mark, ja früher da ist, als der fertige Axencylinder. Meine Studien haben weiter gelehrt, dass in gewissen Entwicklungsphasen die netzförmigen Anlagen der Markscheide das ganze Gesichtsfeld so dominiren, dass ein Verständniss der entsprechenden Präparate vor der Kühne-Ewald-'schen Entdeckung kaum möglich war.

Ferner hat uns bis in die neuere Zeit herein an den Nervenröhren im Hirn und Rückenmark die Kenntniss der Schwann-'schen Scheide gefehlt. Es wird vielfach behauptet, dass die centralen markhaltigen Fasern einer Schwann'schen Scheide entbehren. Die Untersuchung von Durchschnitten des chronisch entzündeten Hirns und Rückenmarkes lassen aber keinen Zweifel darüber, dass solche Scheiden dennoch existiren, denn in solchen Präparaten sind diese Scheiden verdickt, ihre Kerne vermehrt, und man kann sie auf Querschnitten mit der grössten Deutlichkeit erkennen. Nun mag es sein, dass diese Gebilde de Norma ausserordentlich dünn sind, dass sie aber nichtsdestoweniger auch de Norma da sein müssen, lässt sich nicht mehr bezweifeln. So fehlte uns also bis jetzt die Kenntniss von wichtigen Structurelementen, von Structurelementen, die der Masse nach im Embryo dominiren.

Noch ein Umstand endlich hat die Erkenntniss von dem Aufbau des Nervengewebes erschwert; es ist dies ein Umstand, auf den ich schon in der ersten, gemeinschaftlich mit Prof. Stricker publicirten, Abhandlung hingewiesen habe, und den ich jetzt noch einmal und näher besprechen will.

Man hat sich im Laufe der letzten Jahre der Meinung hingegeben, dass gewisse Gewebe nur aus gewissen embryonalen

[1] Verhandlungen der Heidelberger Gesellschaft. 1876.

Blättern entstehen können. So sagte man also, das Bindegewebe entstehe aus dem mittleren Keimblatte, und wenn man nachträglich im Gehirn Bindegewebe fand, wurde angenommen, dass das letztere aus dem mittleren Keimblatte in das erstere hinein wachse. Das Heraufwachsen von Fortsätzen des mittleren Keimblattes behufs Umhüllung des Medullarrohres war geeignet, diese Theorie zu unterstützen, denn dass die knöchernen Hüllen dieses Rohres thatsächlich aus dem mittleren Keimblatte stammen, daran ist gar kein Zweifel. Der Zusammenhang zwischen dem Bindegewebe der äusseren Hüllen von Hirn und Rückenmark mit Bindegewebssepten der weissen Substanz musste diese Vermuthung bekräftigen. Und doch haben wir es hier nur mit einer Vermuthung zu thun, die, wenn man die Genesis genauer verfolgt, jeder realen Stütze entbehrt. Es mag nicht ohne Interesse sein, des Besonderen darauf aufmerksam zu machen, dass Remak,[1] der vielfach als der Begründer jener Theorie genannt wird, ausdrücklich hervorhebt, er halte es nicht für wahrscheinlich, „dass die Medullarplatte ein Ausschliessungsvermögen gegen bindegewebige Gebilde besitze."

Unter den Forschern, welche in der neueren Zeit über diese Angelegenheit publicirt haben, war es Boll,[2] dessen Äusserungen über die bindegewebige Anlage der grauen Substanz dieser Theorie scheinbar widersprechen. Boll verwahrt sich aber in einer Note ausdrücklich gegen eine bestimmte Deutung seiner Angaben und es lässt sich also aus den Angaben Boll's nicht entnehmen, woher die Bindesubstanzen des Nervensystems stammen.

Hensen[3] polemisirt (pag. 381—382) gegen die Beweisführung Boll's, gegen die Beweisführung nämlich, dass man im Hühnerembryo schon am 3.—4. Tage der Bebrütung Nervenelemente und Stützgewebszellen von einander unterscheiden könne. Ich muss mich den Argumenten Hensen's vollinhaltlich anschliessen, und die Mittheilungen über meine Beobachtungen werden es noch

---

[1] Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855.

[2] Histiologie und Histiogenese der nervösen Centralorgane. Archiv für Psychiatrie. 1873.

[3] Beobachtungen über die Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinchens. Zeitschr. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. Bd. I, 1875.

von einem anderen Gesichtspunkte aus klarlegen, dass Boll's Behauptungen in dieser Richtung ganz unhaltbar sind. Hensen weist auch darauf hin, dass die früher genannte Verwahrung Boll's nur dann einen Sinn hätte, wenn man an die Möglichkeit denkt, dass sehr frühzeitig Wanderzellen in das äussere Keimblatt eindringen. Hensen widerspricht dieser Annahme, und auch hierin muss ich mich Hensen anschliessen. Es reichen die primitivsten Kenntnisse von den ersten Entwicklungsphasen aus, um eine solche Annahme als eine ganz unbegründete hinzustellen. So sind wir also bis in die neueste Zeit herein über die Herkunft des Stützgewebes gar nicht unterrichtet gewesen und wurden, wie wir eben gesehen haben, die Meinungen über diese Sache durch ein Vorurtheil unterstützt, durch das Vorurtheil, dass die Bindesubstanzen des Centralnervensystems nicht aus demselben Blatte entstehen könnten, wie die Nervenelemente selbst.

Bei dieser Sachlage ist es kaum möglich, die Fortschritte der Erkenntniss in der Histiogenesis des Centralnervensystems in einer zusammenhängenden historischen Skizze zu schildern. Es ist noch kein einziger Lehrsatz vorhanden, über den sich die Forscher schon geeinigt hätten, ja es sind nur wenige Sätze, welche überhaupt schon Gegenstand der Discussion geworden sind. Die meisten Forscher sind bisher ihre eigenen Wege gegangen, und eine genaue historische Skizze würde gleichbedeutend sein mit der Aufzählung von Behauptungen, die sich, insoweit sie die verschiedenen Forscher betreffen, kaum tangiren.

Ich ziehe es daher vor, mich damit zu begnügen, das Literaturverzeichniss am Schlusse dieser Abhandlung anzufügen und dem Texte nur jene Angaben einzuverleiben, welche auf meine neuen Schilderungen Bezug haben.

Meine hier ausgeführte Kritik bezog sich selbstverständlich nur auf die Angaben über die feineren Structurelemente. Die gröberen genetischen Verhältnisse sind, insoweit es auf Durchschnitten mit schwächeren Vergrösserungen eruirt werden kann, über jeden Zweifel sichergestellt. Ich kann daher von dem anerkannten Satze ausgehen, dass sich ein Areale des äusseren Keimblattes des Hühnchens zu dem Medullarrohre umgestaltet, und dass dieses Medullarrohr ursprünglich nur aus Zellen zu bestehen scheint.

Wenn ich mich des Ausdruckes „scheint" bediene, so soll damit nicht der geringste Zweifel darüber angeregt werden, dass man auf allen Durchschnitten der Medullarplatte allenthalben Kerne und Zellleiber antrifft. Ob die Zellen aber isolirte Gebilde sind, oder ob sie miteinander dennoch inniger zusammenhängen, als man vermuthet, ist immer noch eine offene Frage. Ich halte es also nicht für unwichtig, dies zu betonen, weil vielfach davon gesprochen wird, dass die Zellen nachträglich miteinander verwachsen. Nun ist es aber klar, dass sowohl die Behauptung von der ursprünglichen Zusammensetzung der Medullarplatte aus isolirten Zellen, als auch die von dem späteren Zusammenwachsen der Zellen nur auf Speculation beruht. Niemand weiss uns zu sagen, ob das Zellenlager, welches in der Medullarplatte neben einander angetroffen wird, nicht schon von Haus aus, etwa wegen unvollkommener Theilungen, miteinander zusammenhängt.

Im Principe ist aber gegen den allgemein angenommenen Satz, dass die Medullarplatte ursprünglich nur kernhaltige Zellen erkennen lässt, nichts einzuwenden. Dass sich diejenigen Zellen der Medullarplatte, welche das Rohr nach innen begrenzen, zunächst verlängern und die Gestalt von cylindrischen oder konischen Epithelien annehmen, darf gleichfalls als unzweifelhaft angesehen werden. Nunmehr handelt es sich also nur darum, wie sich nach aussen von diesen konischen Zellen die graue und die weisse Substanz entwickelt.

Jastrowitz,[1] dann Boll[2] und nach ihm Lubimoff[3] haben an embryonalen Hirnen eine Anordnung beschrieben, die sich thatsächlich in verschiedenen Entwicklungsstadien nachweisen lässt. Jastrowitz gibt an, dass die Zellen inmitten des Marklagers eine lineare Richtung angenommen haben, so dass das ganze Gewebe sich streifig darstellt. „Es werde dies auch, sagt er, durch eine grosse Menge feiner Fäden, offenbar Axencylindern, bewirkt."

Boll berichtet, dass am 4. Tage der Bebrütung in der Zellenmasse, aus welcher in jenem Stadium die ganze weisse Substanz zusammengesetzt ist, ein Streifen rundlicher Zellen mit

[1] Archiv für Psychiatrie. Bd. II u. III, 1871 u. 1872.

[2] l. c.

[3] Virchow's Archiv. Bd. 60, 1874.

je einem Streifen spindelförmig in die Länge gezogener Zellen abwechselt. Am 6. Tage der Bebrütung, berichtet er weiter, ist der Vorgang der Nervenfaserbildung vollendet, und die weisse Substanz stellt dann das regelmässige Bild abwechselnder fibrillärer Streifen und Zellenketten dar. Boll hält diese Streifen für Nervenfasern.

Lubimoff beschreibt am Gehirne $2^1/_2$ Monate alter menschlicher Foeten mehrere Schichten, deren dritte er, wie folgt, schildert: „Die dritte Schichte besteht aus verticalen, parallel neben einander liegenden Fasern und aus, zwischen diesen dicht gelagerten, zelligen Elementen, resp. Kernen.“—Man muss aus diesen Angaben schliessen, dass die drei genannten Forscher in einer gewissen Zone des embryonalen Hirns ein und dasselbe Structurelement gesehen haben; sie haben radiäre Fäden gesehen, die mitten durch ein Zellenlager ziehen und dadurch auch den Zellen den Anschein einer gleichsam säulenförmigen Anordnung verleihen.

Meine Untersuchungen haben, wie schon angedeutet wurde, die Richtigkeit des Fundes nur bestätigt. In der Deutung weiche ich aber allerdings von den genannten Forschern ab. Ich halte, wie ich gleich jetzt bemerken will, diese radiären Fäden nicht für Axencylinder, sondern für Septen, welche die Anlagen der markhaltigen Röhren von einander trennen; diese Anlagen selbst sind aber in den Zellreihen zu suchen.

Ein anderes Structurelement ist von Hensen erkannt worden. Hensen war der Erste, der mit Bestimmtheit ein netzförmiges Gefüge an der Oberfläche des Rückenmarkes beschrieben hat. Zwar war schon vor Hensen von einem Netze gesprochen worden — unter Anderem findet sich das Wort bei Jastrowitz —dennoch aber muss ich, nach der bestimmten Fassung der Angaben und nach den Abbildungen, Hensen als den Entdecker des Netzes ansehen. Hensen hat das Netz an der Oberfläche, d. h. an den peripheren Zonen des Rückenmarkes gesehen, und er bezeichnet es als die Grundlage der weissen Substanz, indem er hinzufügt, dass sich in den Knotenpunkten des Netzes die Querschnitte von Axencylindern befinden. Über die weiteren Schicksale des Netzes hat sich Hensen nicht bestimmt ausgesprochen.

Ich werde nun durch meine Schilderung darthun, dass die weissen Stränge des Rückenmarkes sowohl, wie die Stabkranz-

faserung des Hirns, zunächst als ein netzförmiges Gewebe angelegt sind, als ein netzförmiges Gewebe, welches durch Längszüge von Fäden oder Septen zu einzelnen Strängen gesondert wird. Ich werde zeigen, dass je ein Netz eines Stranges dem Kühne-Ewald'schen knorrigen Netze der Markscheide entspricht. Ich werde aber andererseits zeigen, dass ein ganz analoges Netz in den peripheren Zonen der Hirnblasen sich anlegt und zur Grundlage des feinen Netzes der grauen Substanz wird, jenes Netzes, von welchem ich in der ersten Abhandlung gezeigt habe, dass es anfangs für Bindegewebe und später für Nervengewebe gehalten wurde.

B. Untersuchung.

Ich schildere die Entwicklung des Nervengewebes nach Durchschnitten aus dem Hämisphärenbläschen eines Hühnerembryo vom 6.—8. Tage der Bebrütung. Da ich indessen weiss, dass die Angabe der Bebrütungszeit eine unverlässliche ist, da hiebei die Güte des Brütofens, die Höhe der Temperatur und andere Umstände in Betracht kommen, so glaube ich besser zu thun, auf die Configuration der Hämisphärenbläschen hinzuweisen, aus denen ich meine Skizze gewonnen habe. Ich gebe daher in Fig. 1 die Skizze eines Durchschnittes in situ, und bemerke, dass sich meine Schilderung näherungsweise auf eine Region bezieht, die durch die Buchstaben *a* bezeichnet ist.

An dem Durchschnitte einer solchen Stelle erkennt man nun von aussen nach innen folgende Zonen:

1. Eine ziemlich zellenarme Zone, die ein deutliches Netzwerk erkennen lässt (*a* in Fig. 2).

2. Eine ziemlich zellenreiche Zone (*b* in Fig. 2) von radiären Zügen durchsetzt.

3. Eine fast zellenfreie Zone (*c* Fig. 2), die sich durch radiäre, von aussen nach innen ziehende, Gewebszüge auszeichnet. Diese Züge grenzen radiär angeordnete Strassen ab, die aus netzförmigem Gewebe bestehen.

4. Auf diese folgt eine zellenreiche Zone, die der in *b* näherungsweise ähnlich ist, und endlich nach innen

5. die ziemlich breite Epithelschichte (*e* Fig. 1). Die beiden inneren Zonen 4 und 5 sind in Fig. 1 angedeutet, in Fig. 2 nicht ausgeführt.

Zur vorläufigen Orientirung will ich bemerken, dass die äussere und innere, zellenreiche Zone die niederste Entwicklungsstufe darstellt, dass ich in diesen Zonen Anlagen erblicke, aus welchen sich sowohl weisse, wie graue Substanz entwickeln kann. Die äusserste, deutlich netzförmige Zone halte ich, wenigstens an den Stellen, wo sie besonders mächtig ist, für Anlagen der Rinde, während ich in der, durch die radiären Züge ausgezeichneten, Zone *(c)* die Anlagen der markhaltigen Röhren suche.

Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass ich auf Durchschnitten von älteren Embryonen nicht mehr jene klaren Bilder angetroffen habe, auf welche ich mich beziehe. Ich habe an einzelnen Durchschnitten von weiter entwickelten Hämisphären sogar weniger entwickelte Gewebsformen angetroffen, als ich sie schildere, und ich vermuthe, dass ich dabei auf Durchschnitte von neuen Wucherungen gestossen bin. Ich kann hier diese Angelegenheit nicht zur Klärung bringen, da ich die hiefür nöthigen Studien gar nicht angestellt habe, muss mich daher um so bestimmter darauf berufen, dass sich meine Schilderung nur auf ganz bestimmte Stadien der Entwicklung bezieht.

Nach diesen vorläufigen Bemerkungen will ich nun specieller auf den Bau der einzelnen Zonen eingehen und werde mich zunächst auf Präparate beziehen, die in Glycerin aufbewahrt wurden.

a) Die Entwicklung der weissen Substanz.

Die radiär angeordneten Züge der mit *c* (Fig. 2) bezeichneten Zone, die Züge, welche ich gleich jetzt als Bindegewebssepten ansprechen will, bilden bald dickere, bald dünnere Stränge mit zahlreichen Kernen. An den etwas dünneren Strängen bekommt man den Eindruck, als ob ein fast hyaliner Strang vorhanden wäre, in welchem, bald in kürzeren, bald in längeren Abständen, durch das Carmin ziemlich gut gefärbte, kernartige Gebilde liegen (s. s. s. s Fig. 2). An anderen, dickeren Strängen unterliegt es keinem Zweifel, dass je ein Strang aus zwei oder mehr Zügen zusammengesetzt ist. Man kann stellenweise den äusserst schmalen Zwischenraum zwischen zwei solchen Zügen deutlich erkennen.

Zwischen je einem einfachen oder complicirten Strange liegt eine relativ breite Strasse, die von einem Netzwerke ausgefüllt ist.

An den Stellen, auf welche ich mich eben beziehe, und deren Schilderung unmittelbar der mikroskopischen Ansicht entnommen ist, sind diese Netze ziemlich dicht, wie zusammengeschrumpft und tragen schon näherungsweise den Habitus, den die Netze in einem entfetteten peripheren Nerven bieten. Man kann ziemlich umfangreiche Stellen absuchen, ohne im Netze selbst einen Kern anzutreffen.

Die Ähnlichkeit dieser Netze mit jenen markhaltiger Röhren ruft selbstverständlich die Vermuthung wach, dass wir es hier mit Anlagen solcher Röhren zu thun haben. Diese Vermuthung wird noch weiter dadurch unterstützt, dass die Netze säulenartig zwischen den Längssträngen angeordnet sind, dass sie gleichsam wie Modelle der späteren Markscheide aussehen. Diese Vermuthung drängt sich vollends durch den Umstand auf, dass die Netze stellenweise von den Scheiden durch helle Säume getrennt werden, durch helle Säume, wie sie etwa entstehen müssten, wenn sich das netzförmige Gerüste des zukünftigen Markrohres durch Einschrumpfung von den Septen loslöst. In solchen Fällen kann man sich mit Hilfe der Stellschraube überzeugen, dass die losgelöste Stelle eine gekrümmte, mantelförmige Oberfläche hat. Das Aussehen der Längszüge also, sowie das Aussehen der zwischen ihnen befindlichen breiteren Strassen, legen die Deutung nahe, dass diese Strassen nur Längsschnitte von Säulen sind, die Deutung ferner, dass diese Säulen in ihrer Peripherie von oblongen Gewebszügen von einander getrennt sind, die Deutung endlich, dass diese Säulen Anlagen der markhaltigen Scheiden sind.

Vergleicht man jetzt ein in Damarlack aufbewahrtes Präparat mit dem früheren, so wird man neue Umstände gewahr, welche die Annahme, man habe es hier mit Nervenanlagen zu thun, noch weiter bekräftigen. Die netzförmigen Strassen aller Säulen sind durch Terpentin und Nelkenöl aufgehellt, die einzelnen Fäden des Netzes sind stellenweise so dünn, dass sie mit Nr. VIII von Seibert-Kraft eben noch aufgelöst werden können, während die, in der Vogelperspective erscheinenden, Querschnitte von Fäden sich etwas schärfer ausprägen und es gestatten, das Netz allenthalben mit Sicherheit zu constatiren.

Der Vergleich des Damarpräparates mit dem Glycerinpräparate macht es zunächst einigermassen wahrscheinlich, dass die

netzartigen Säulen in vivo schon Spuren von Mark in sich tragen. Die Unterschiede zwischen dem Netzwerk des Glycerin- und des Damarpräparates lassen eben vermuthen, Nelkenöl und Damarlack haben gewisse Bestandtheile gelöst und dadurch das Netzwerk so hell gemacht.

Man sieht an den Damarpräparaten ferner, dass die genetzten Balken von den oblongen Septen streckenweise retrahirt sind, und an diesen retrahirten Stellen erkennt man mit aller Deutlichkeit (s. Fig. 6) eine doppeltconturirte, äusserst zarte Grenzmembran des Netzwerkes. Nunmehr kann man das Netzwerk mit der grössten Sicherheit als einen, nach aussen hin abgegrenzten, oblongen Körper diagnosticiren. Ob die äussere Grenzlage thatsächlich schon Schwann'sche Scheide ist, soll vorläufig unerörtert bleiben. Ich stütze mich für jetzt nur auf die äusseren Abgrenzungen der Netzsäule; ich stütze mich darauf, dass ich das fertige Gerüste der späteren Markscheide, nach dem Baue und nach der äusseren Abgrenzung, vor mir habe.

Nachdem ich einmal dieser Deutung Raum gegeben habe, will ich vorläufig in Kürze noch zwei andere Momente hervorheben, welche sich dieser Deutung sehr gut anpassen.

Zunächst das eine Moment, dass die genetzten Strassen in ihrer Breite sehr variiren; man sieht Strassen von dem Querdurchmesser eines rothen Blutkörperchens des Menschen und darunter, und andere, die um ein Mehrfaches breiter sind.

Ich will diese Verschiedenheiten durch die folgende Betrachtung erläutern:

Es ist bekannt, dass die Durchmesser der markhaltigen Fasern ausserordentlich variiren und hierin wäre auch die variable Breite der embryonalen Anlagen zur Genüge motivirt. Andererseits muss bedacht werden, dass, wenn man durch ein Bündel von Röhren Längsschnitte anlegt, man die Röhren bald in ihrem grössten Durchmesser (breitestem Längsschnitte), bald wieder in näher zur Oberfläche gelegenen Ebenen trifft.

Zweitens sieht man stellenweise zwei Septa so nahe aneinanderliegen, dass man daran zweifeln kann, ob man hier einen oberflächlichen Schnitt durch eine Nervenrohranlage getroffen hat, oder ob es sich um zwei Septen handelt, die von zwei benachbarten Röhren herrühren, oder endlich, ob man hier zufällig

eine Stelle getroffen hat, wo die Septen ein complicirtes Gefüge tragen.

Diese beiden Momente sind für die Principienfragen von so geringem Belang, dass ich auf eine nähere Discussion derselben nicht eingehe. Ich habe ihrer nur Erwähnung gethan, um mich vor nebensächlichen Einwänden zu schützen. Die Complication der Bindegewebssepten wird übrigens in diesem Aufsatze noch zur Sprache kommen.

Ich habe in der Anlage der weissen Substanz des Gehirns bisher von den bindegewebigen Septen, von den Schwann'schen Scheiden, und von dem Kühne-Ewald'schen Netze gesprochen. Wo bleiben nun die wichtigsten Bestandtheile, die Axencylinder?

An den scharf abgegrenzten, netzförmigen Säulen konnte ich die Axenfasern nicht entdecken.

Doch ist es gar nicht wahrscheinlich, dass mir dieselben durch Unklarheiten des Präparates entgangen wären. Ich muss vielmehr, mit Rücksicht auf die vollkommene Durchsichtigkeit der Netze, mit Sicherheit behaupten, dass an diesen Stellen keine Axenfasern vorhanden sind; dass also die Netze und wahrscheinlich auch die Schwann'sche Scheide früher angelegt wurden, wie der Axencylinder.

Indem ich aber eine solche Behauptung aufstelle, kann ich nicht unterlassen, noch einmal hervorzuheben, dass ich mich dabei nur auf eine bestimmte Entwicklungsphase beziehe, und dass man auf einem und demselben Präparate verschiedene Phasen nebeneinander anzutreffen pflegt. Des Besonderen will ich betonen, dass ich an einzelnen Stellen desselben Präparates und andererseits an vielen Präparaten desselben Thieres so verworrene Verhältnisse angetroffen habe, dass ich mich darüber jeder Aussage enthalten muss. Ich glaube jedoch im Sinne einer strengen Logik zu handeln, wenn ich mich von jenen Stellen, welche durch Faserkreuzungen und durch andere nebensächliche Umstände verworren erscheinen, nicht irre machen lasse, und meine Behauptungen eben nur auf jene Faseranlagen beschränke, die sich genügend überblicken lassen. An den verworrenen Stellen sind, wie ich noch beiläufig bemerken will, die Bindegewebszüge

häufig verschmächtigt, und es fällt schon aus diesem Grunde schwer, zu unterscheiden, was Bindegewebszug und was Axencylinder ist. Ich lasse daher auch die Möglichkeit offen, dass sich an diesen Stellen, in der genannten Bildungsphase, schon Axencylinder befinden; was ich aber betone und worauf auch das Hauptgewicht zu legen ist, besteht darin, dass ich gerade in scharfumgrenzten Netzsäulen keine Axenfasern sehe, und hier also die ersteren früher vorhanden sind, als die letzteren.

Die geschilderten netzförmigen Säulen gehen in der Peripherie, gegen die Oberfläche der Rinde zu, in jenes Lager von Zellen (*b* Fig. 1 u. 2) über, welches von Jastrowitz,[1] Boll[2] und Lubimoff[3] als von radiären Zügen durchsetzt erkannt worden ist. Diese radiären Züge sind Fortsetzungen jener Züge, die ich als Septen der genetzten Balken beschrieben habe. An der Grenze zwischen diesen beiden Zonen, der Zonen nämlich, die auf der einen Seite schon das netzförmige Gefüge, auf der anderen Seite noch die Zelllager erkennen lassen, gibt es eine Region (*b* Fig. 2), deren Studium für die Erkenntniss des ganzen Processes von grösstem Belang ist. In dieser Region ist das Netzwerk zwischen den Säulen noch nicht vollständig ausgebildet und sind auch andererseits die Zellen zwischen den Säulen nicht mehr so dicht gedrängt, wie in der Hauptmasse der nach aussen gelegenen Zellcolumnen. In dieser Region befinden sich offenbar die Zellen in einer Übergangsphase zu dem Netzwerk.

Das Netzwerk geht aus den Zellen in der mannigfachsten Weise hervor. Ich werde dies in einem besonderen Absatze genauer schildern, während ich hier, um den Gang der Darstellung nicht zu stören, nur auf einige Verhältnisse eingehe.

Was hier zunächst in die Augen fällt, ist, dass zwischen den einzelnen oblongen Zügen, den Anlagen der Septen, quere Abtheilungen angetroffen werden. In der Abbildung (Fig. 3) ist eine der Abtheilungen näherungsweise bei *a* angedeutet. Stellenweise sind diese Abtheilungen durch querverlaufende Fäden bedingt, von

---

[1] l. c. — [2] l. c. — [3] l. c.

welchen einzelne ausserhalb der Ebene dieser Columne liegen und die man daher deutlich der Quere nach über die Septen verfolgen kann. Auf diese querverlaufenden Fäden beziehe ich mich hier nicht. Ich bin nicht sicher, ob hier Kunstproducte vorliegen, oder nicht. Ein Theil dieser Fasern, das sind die oberflächlichsten, könnte nämlich durch das Messer bei der Schnittführung gezerrt worden sein.

Dann aber gibt es andere, quere Scheidewände, deren Genesis man ganz bestimmt erschliessen kann. Man sieht nämlich, dass einzelne Zellen sich zu Hohlgebilden umgestalten, und, indem sie den Raum zwischen zwei Längszügen ausfüllen, den Anschein geben, als sei hier ein Raum so abgegrenzt, etwa wie es bei einer Leiter, durch zwei benachbarte Querstäbe und durch die seitlichen Längsbalken, der Fall ist.

Die Vacuolenbildung in Zellen der genannten Embryonalanlage ist kein seltenes Ereigniss, doch findet man sie in der Regel nicht in der eben beschriebenen Weise, d. h., dass die ganze Zelle sich zu einer grossen Blase umgestaltet. Solche Bilder habe ich nur ausnahmsweise gesehen. Viel häufiger bilden sich kleinere Vacuolen aus, so dass die Zelle auf der einen Seite noch einen feingranulirten Leib mit einem Kern und auf der anderen Seite eine Vacuole erkennen lässt; oder aber, es löst sich im Innern der Zelle ein centraler, den Kern bergender Theil des Zellleibes von der peripheren Zone ab.

Durch all' diese Umgestaltungen gewinnt die ganze Region das Aussehen, wie es in dem Abschnitte *p* (Fig. 3) abgebildet ist. Man sieht die oblongen Züge, man sieht die Anlagen der Netze, dazwischen noch zahlreiche kernhaltige Zellen und zuweilen ziemlich gut ausgeprägte, quere Abgrenzungen in der säulenartigen Anordnung.

Fassen wir jetzt in Kürze die Ergebnisse über die Entstehung der markhaltigen Röhren zusammen, so lauten sie:

Es entstehen radiäre Gewebszüge, wodurch die Zellen zu Columnen angereiht werden.

Dann erkennt man, dass die Zellen der Columnen sich in mannigfacher Weise zu einem Netzwerke umbilden.

Endlich trifft man in den tieferen, den Hirnhöhlen zugekehrten, Partien der Hämisphärenwand ausgebildete Säulen, die aus feinen Netzwerken aufgebaut sind, Säulen, die an ihrer Oberfläche von Stelle zu Stelle eine Grenzmembran erkennen lassen, Säulen endlich, die auf Längsschnitten durch oblonge Gewebszüge von einander getrennt erscheinen.

b) Die Entwicklung der grauen Substanz.

Ich habe die Entwicklung der grauen Substanz an der Aussenfläche des Medullarrohres, also an denselben Stellen untersucht, an welchen Hensen[1] die Entwicklung der weissen Substanz zu erforschen strebte. Nur habe ich die oberflächlichen Zonen der Hämisphärenblasen zur Unterlage gewählt, wo sich ja später die graue Hirnrinde vorfindet, während sich Hensen mit der Oberfläche des Rückenmarkes beschäftigt hat, wo sich später die weissen Stränge anlegen. Da wie dort findet man — am 6. oder 8. Tage — ein Netzwerk. Doch wird es bald klar, dass das Netzwerk an der Oberfläche des Rückenmarkes durch oblonge Gewebszüge durchsetzt wird, während dies an der Oberfläche der Hämisphärenblase, in einer gewissen Ausdehnung wenigstens, nicht zutrifft. Auch an der Oberfläche des Rückenmarkes bleibt eine schmale Zone zurück, die nicht zur Anlage der Markstränge gehört. Diese Zone ist für das Rückenmark des Erwachsenen von Bidder und Kupffer[2] und C. Frommann[3] beschrieben und als Rindenschichte des Rückenmarkes bezeichnet worden. Boll behauptet ferner, dass das Rückenmark des Erwachsenen an seiner Oberfläche ein Netzwerk mit gestreckten Maschen trägt, „dessen letzte Ausläufer sich oft bis an die freie Oberfläche des Rückenmarkes erstrecken.“[4] Ich kann auf dies Verhältniss hier nicht näher eingehen, und will nur andeuten, dass eine ähnliche periphere Schichte schon in der embryonalen Anlage vorhanden zu sein

[1] l. c.

[2] Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes etc. Leipzig 1857.

[3] Untersuchungen über die normale und pathologische Anatomie des Rückenmarkes. Jena 1864.

[4] Pag. 54 u. 55 l. c.

scheint. Es ist andererseits bekannt, dass auch die graue Hirnrinde nach aussen zu durch ein Netzwerk abgeschlossen wird, welches, wie einer Argumentation Meynert's[1] zu entnehmen ist, mit der abnehmenden Intelligenz in der Thierreihe an Mächtigkeit zunimmt. Dieses Netzwerk enthält keine Ganglienzellen, ist aber dennoch dem Netzwerke der grauen Substanz vollkommen analog, und bildet eine unmittelbare Fortsetzung desselben. Wenn ich daher ein Netzwerk an der Aussenfläche der Hämisphärenblasen als Entwicklungsphase der grauen Rinde schildere, so beziehe ich mich selbstverständlich auf die graue Rinde plus dem der Rinde aufliegenden ganglienzellenlosen Netze, auf ein Netz also, welches an der ganzen Oberfläche von Hirn und Rückenmark, wenn auch zuweilen rudimentär, vertreten zu sein scheint.

Über die Art, wie dieses Netz entsteht, werde ich mich später aussprechen, wenn ich auf die Bildung des netzförmigen Gewebes überhaupt zurückkommen werde. Vorerst will ich nur die Structur des fertigen Netzes schildern.

Vor Allem sei hier bemerkt, dass das Netz der embryonalen Hirnrinde durchschnittlich etwas mächtigere Bälkchen hat, wie das in der Hirnrinde des erwachsenen Thieres, dass die Bälkchen der Präparate, die mit Chromsäure und Alkohol erhärtet worden sind, ausserordentlich scharf hervortreten, und sich, weil die Ausfüllungsmasse fast homogen erscheint, auf dünnen Durchschnitten allenthalben mit der grössten Schärfe abheben.

Das Netzwerk enthält überwiegend viel viereckige Maschen, die durch zwei, aufeinander senkrechte, Faserrichtungen gebildet werden (Fig. 4). Doch finden sich hievon auch sehr viele Ausnahmen. Hie und da kann man mit Sicherheit erkennen, dass in einem Maschenraum eine kernhaltige Zelle liegt, und dass die Umrandung des Raumes durch eine verdickte Zone eben dieser Zelle gebildet wird. An anderen Stellen wieder erkennt man, dass eine Zelle den Knotenpunkt des Netzwerkes bildet, mit anderen Worten, dass sich die Zelle durch ihre Ausläufer an dem Aufbau des Netzwerkes betheiligt. Dieser Fall trifft überaus häufig zu, und es bieten diese verästigten Zellen ein eigenthümliches, dichtes Aussehen. Ob diese Zellen jedoch schon Anlagen von Ganglienzellen sind,

[1] Stricker's Handbuch 1872.

kann ich nach dem bisherigen Stande meiner Untersuchungen nicht behaupten, wenngleich einige von ihnen, der äusseren Configuration nach, eine gewisse Ähnlichkeit mit Ganglienzellen erkennen lassen. Doch muss ich bemerken, dass diese Zellen relativ zu den Ganglienzellen sehr klein sind, dass Axencylinderfortsätze, im Sinne von Deiters oder Arndt, an ihnen nicht wahrgenommen werden konnten. Ich bin also eigentlich nur auf die Vermuthung angewiesen, dass sich einige dieser Zellen zu Ganglienzellen entwickeln, weil sie der Anlage der grauen Substanz angehören.

An der inneren, der Hirnhöhle zugekehrten, Seite der Hämisphärenwand ist die Anlage der grauen Substanz um diese Zeit nicht so geartet, dass man an ihr eine netzförmige Grundlage des Gewebes mit gleicher Schärfe zu erkennen vermöchte. An der innersten, der Höhle zugekehrten, Zone sieht man zunächst, die aus gestreckten, konischen Zellen bestehende Lage, die gemeinhin als Epithel gedeutet wird. Von den Epithelzellen ziehen sich, wie schon seit lange her durch Stilling u. A. bekannt ist, bald feinere, bald gröbere Fortsätze in das Gewebe hinein und durchsetzen zunächst ein noch ziemlich zellenreiches Stratum (Fig. 1). Dieses Stratum stosst nach aussen an die, früher geschilderten, Anlagen der markhaltigen Röhren und ist an der Stelle, der ich eben meine Schilderung entnehme, etwa doppelt so breit, wie die Epithelzellenzone. Unmittelbar unter dem Epithel liegt ein relativ schmaler, zellenärmerer Saum, in welchem das Netzwerk bereits ganz deutlich ausgeprägt ist. In dem, nach aussen davon gelegenen, zellenreicheren Abschnitte dieser Zone hingegen, ist, wie bemerkt, ein Netzwerk, wegen des Zellenreichthums, nicht so deutlich zu erkennen, doch sieht man an verschiedenen Stellen bereits, von schmalen Bälkchen umgebene, helle Räume und andererseits Zellen, die mit ihren Ausläufern helle Räume umsäumen, so dass man auch an diesem Orte die Grundlage eines künftigen Netzwerkes vermuthen darf.

c) Die Entwicklung der Netzwerke.

Ich wende mich jetzt an die Entstehungsgeschichte der Netzwerke. Ich habe bisher im embryonalen Hirn dreierlei Systeme von Netzen unterschieden.

1. Das Netzwerk der als Bindegewebe gedeuteten Septen der weissen Substanz;

2. das Kühne-Ewald'sche Netz in der Markscheide;

3. das Netz der grauen Substanz.

1. Ich will mich zunächst mit den Netzen der markhaltigen Röhren beschäftigen.

Es ist zweifellos, dass man es hier mit mannigfachen Entstehungsweisen zu thun hat.

Zunächst können, wie schon früher bemerkt, mitten in Zellen Vacuolen entstehen und dadurch periphere Zonen der Zelle zu Theilen des Netzwerkes werden. Stellenweise sieht man durch solche Vacuolen Fäden gezogen, stellenweise wieder in den Vacuolen kleinere kernhaltige Zellen, die eine grössere Anzahl von Fäden aussenden, also der Form nach Spinnenzellen genannt werden könnten.

Eine Entstehungsweise ist es indessen, welche unser Interesse am meisten in Anspruch nimmt. Man sieht nämlich zuweilen zwischen je zwei Längszügen, an Stelle der an anderen analogen Orten liegenden Zellen, ein ringsum abgegrenztes, dichtes Netzwerk, welches gleichsam wie ein, in den Raum hineingelagerter, Schwamm aussieht. Der Ort, sowie die Configuration des netzförmigen Körpers lässt kaum einen Zweifel darüber, dass sich eine Zelle oder mehrere Zellen zusammen in toto zu einem feinen Netzwerke umgestaltet haben.

Ich muss hier die Bemerkung einflechten, dass die Netze in den Säulen der weissen Substanz sehr ungleich sind, bald gross-, bald kleinmaschig, bald sind die Maschen unregelmässig, bald wieder oblong. Gerade an den Stellen, an welchen mit solcher Bestimmtheit die Anordnung des netzförmigen Gefüges zu Säulen oder zu Markscheiden zu erkennen ist, hat sich das Netz so kleinmaschig erwiesen, wie ich es eben für die, zwischen den queren Septen liegenden, abgegrenzten und genetzten Körper beschrieben habe.

Ich sage, dass diese Entstehungsweise des Netzes, nämlich die Umgestaltung des Zellleibes zu einem dichten, feinmaschigen Netzwerke, unser grösstes Interesse in Anspruch nehme, weil es uns eine Hypothese versinnlicht, die von Heitzmann[1] über den

[1] Sitzungsberichte d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1873.

Bau des Zellleibes aufgestellt wurde. Nach der Hypothese von Heitzmann ist der Zellleib ein Netzwerk und entstehen Vacuolen in dem Netzwerke durch das Einreissen einzelner Fädchen. Die Umgestaltung einer Zelle zu einem so feinmaschigen Netzwerke, wie ich es eben geschildert habe, wird nun, nach der Hypothese von Heitzmann, leicht verständlich und kann andererseits dieser Hypothese zur Stütze dienen.

Für den Hauptgegenstand meiner beiden Abhandlungen ist indessen die Art, wie die Netze sich bilden, und die Frage, ob diese Hypothese zulässig sei oder nicht, von ganz nebensächlicher Bedeutung, es genügt hier die Thatsache, dass sich Zellen zu Netzen umgestalten, und ich führe eben nur die Art und Weise an, wie diese Netze entstehen können.

Indem ich aber behaupte, dass sich die Netze selbst aus Zellleibern aufbauen, dass dieser Aufbau durch das Entstehen von Vacuolen unterstützt wird, so deute ich hiermit auch an, dass die Masse, welche die Maschenräume des Netzes ausfüllt, zum Theile wenigstens, intraprotoplasmatische Flüssigkeit ist. Ich sage, zum Theile, denn ich schliesse nicht aus, dass sich auch intercelluläre Flüssigkeit in diese Räume hineinergiesse und schliesse auch nicht aus, dass stellenweise Zellleiber oder Stücke von solchen untergehen, um sich an der Bildung der Ausfüllungsmasse zu betheiligen; der letztere Fall ist sogar für die graue Hirnrinde durch Beobachtungen, die ich später erwähnen werde, wahrscheinlich gemacht worden.

2. Über die Netze der grauen Substanz will ich mich nicht in einem besonderen Abschnitte aussprechen, da ich darauf gleich bei einer anderen Gelegenheit zurückkommen werde; hier sei nur in Kürze bemerkt, dass an der Bildung des Höhlengrau sich sehr viele, mit Ausläufern versehene, Zellen betheiligen.

3. Ich wende mich nun zu dem wichtigsten Theile der Frage, nämlich zu der Bildung der Septen der weissen Substanz und hier wird auch noch einmal die Entstehung der Netze in der grauen Hirnrinde zur Sprache kommen.

In meiner bisherigen Beschreibung von den Septen war nur von oblongen, radiären Zügen die Rede. Es kommen aber auch

quere Fäden vor, welche zu diesen Zügen senkrecht gerichtet sind, und sich stellenweise über einen radiären Zug hinweg verfolgen lassen. Diese queren Züge machen es wahrscheinlich, dass die oblongen, radiären Züge nur oblonge Balken eines Maschenwerkes sind, eines Maschenwerkes, in welchem die Markröhren liegen.

Dieses Balkenwerk lässt sich, an Dichtigkeit der Anordnung, nicht im Entferntesten mit dem Netzwerke der Markscheide oder der grauen Substanz vergleichen; es besteht eben, der Hauptmasse nach, aus radiären Zügen, die zwischen den Markröhren liegen und einzelnen, queren Verbindungen dieser Hauptzüge.

Indem ich mit der Deutung der radiären Züge als Bindegewebssepten der früheren Auffassung von Jastrowitz,[1] Boll[2] und Lubimoff[3] entgegentrete, will ich, zur Stütze dieser Auffassung und zur Entkräftung gewisser Einwände, hiezu noch Folgendes bemerken: Die radiären Züge sind mächtiger, als die oblongen Stützgewebszüge in der weissen Substanz des erwachsenen Thieres; das ist scheinbar ein Argument gegen meine Auffassung. Abgesehen aber davon, dass ich mich auf eine directe Beobachtung des Verhältnisses dieser Züge zu den genetzten Säulen stütze, und mich daher durch den Umstand nicht irre machen lassen könne, dass diese Züge im Embryo mächtiger sind, als im Erwachsenen; abgesehen davon, sage ich, muss ich noch darauf hinweisen, dass diese Züge auch im Erwachsenen wieder stärker werden, sobald entzündliche Processe Platz greifen, sobald, wie an einem anderen Orte gezeigt werden wird, das Gewebe auf den embryonalen Zustand zurückkehrt.

Ich will nunmehr auf die Entstehungsweise dieser Septen eingehen.

Ich habe hier Behauptungen zu vertheidigen, welche sich von der üblichen Auffassung wesentlich entfernen. Ich behaupte nämlich, dass ein und dieselbe Zelle des äusseren Keimblattes sich an dem Aufbau der Septen sowohl, wie an dem Aufbau der markhaltigen Röhren betheilige. Ich stütze mich dabei auf ein Präparat, welches in Fig. 5 abgebildet

---

[1] l. c. — [2] l. c. — [3] l. c.

ist. Dieses Präparat ist einem Durchschnitte der Hämisphärenblase aus dem 4.—5. Bebrütungstage entnommen.

Die ganze Wand einer solchen Blase lässt sich zwanglos in zwei Hauptabtheilungen scheiden; in eine innere, welche an Carminpräparaten tiefer tingirt ist, und in eine äussere, die etwas blässer und durchsichtiger erscheint. Der äusseren Zone liegt ganz nach aussen ein schmaler Saum auf, der schon ein Rudiment der späteren grauen Substanz ist.

Wenn man nun die äussere blasse Abtheilung, welcher auch die Abbildung entnommen ist, näher untersucht, so ergibt sich Folgendes:

Zwischen den schwach tingirten, kernhaltigen Zellen sieht man einzelne kleinere, etwas dunkler gefärbte Körperchen, die Ausläufer besitzen, und sich zu den blässeren Zellen etwa so verhalten, wie ein spärliches Netz von verästigten Bindegewebskörperchen zu einer Grundsubstanz; so etwa, wie wenn man eine Cornea mit mässig roth tingirten Hornhautkörperchen bei schwacher Vergrösserung untersucht; nur dass die Zahl dieser verästigten Körperchen auf demselben Areale der Nervenanlage nicht so gross ist, wie die in einer gut tingirten Cornea. Ich habe auch schon bemerkt, dass ich den Vergleich mit der Cornea nur dann aufrechterhalte, wenn diese mit schwacher Vergrösserung untersucht wird. Die genannten Körperchen in der Nervenanlage sind eben viel kleiner, als die Leiber der verästigten Hornhautkörperchen. (Meine Abbildung dürfte einer Linearvergrösserung von 1500 entsprechen).

Ich habe den Vergleich mit der Cornea des Besonderen darum gewählt, weil die Bilder thatsächlich geeignet sind, die Vermuthung wachzurufen, dass die genannte Abtheilung von sehr kleinen, verästigten Bindegewebskörperchen durchsetzt ist. Diese Vermuthung würde um so eher geeignet sein, die Histiologen zu befriedigen, als man mit Sicherheit constatiren kann, dass sich aus diesen Körperchen mit ihren Ausläufern die radiären Züge aufbauen, welche ich früher als Septa zwischen den Nervenröhren beschrieben habe. Einzelne dieser Körperchen sind nämlich etwas gestreckt, und liegen auch schon in der Richtung jener radiären Züge. Diejenigen, welche geneigt sind, anzunehmen, dass die Bindesubstanz des Nervensystems in die Medullarplatte von

aussen hereinwächst, könnten sich leicht mit der Meinung begnügen, dass diese kleinen, verästigten Körperchen von aussen eingewandert sind, zumal sie in der That anders aussehen, als die übrigen, blässer tingirten, kernhaltigen Zellen.

Sieht man indessen näher zu, so findet man Bilder, welche jene Vermuthung vollständig ausschliessen. Man findet nämlich, dass diese verästigten Körperchen den blassen, kernhaltigen Zellen so dicht anliegen, wie die Kittleisten den Endothelien. Man sieht ferner, dass die verästigten Körperchen mit ihren Ausläufern die blassen Zellen ganz umgreifen und so umschliessen, wie die Endothelien von den Kittleisten umschlossen werden. Schon diese Verhältnisse legen es nahe, anzunehmen, dass die kleinen, dichten, verästigten Körperchen mit ihren Ausläufern, Randzonen der blassen Zellen sind. Diese Annahme wird aber durch andere Bilder zur vollen Sicherheit begründet. Es kommen nämlich einerseits Stellen vor, an welchen jene verästigten Körperchen noch mangelhaft entwickelt sind. Hier trifft man nun auf blasse, kernhaltige Zellen, die an einem Theile ihrer Circumferenz ein dunkler gefärbtes und dichter aussehendes Leistchen tragen. Mit aller Sicherheit lässt sich constatiren, dass die äusseren Grenzen dieses Leistchens ununterbrochen in den übrigen Theil der Circumferenz, der nicht verdichtet ist, übergehen. Man erkennt ferner, dass solche verdichtete und tiefer tingirte Leistchen feine, relativ dünne Ausläufer zwischen die anderen Zellen hineinsenden. Sieht man diese feinen Ausläufer näher an, so kann man sie wieder nur als Grenzen oder Kittleistchen zwischen anderen Zellen erkennen. Endlich verdicken sich diese feinen Fäden zuweilen wieder, und sind diese Verdickungen abermals als Randleistchen von Zellen zu erkennen.

Andererseits findet man Bilder, in welchen die dunkler tingirten, glänzenden Körperchen etwas verbreitert sind; man sieht, dass Ausläufer derselben zuweilen ein so kleines Inselchen umgreifen, dass darin nur ein kleiner Rest einer blassen Zelle sichtbar bleibt. Andere Ausläufer wieder umgreifen eine Vacuole, in welcher nur noch der blasstingirte Kern sichtbar ist.

Alle diese Bilder lassen keinen Zweifel darüber, dass sich die tiefer tingirten, verästigten Körperchen und, implicite, die radiären Züge aus den Zellen eben dieser Anlage aufbauen, dass

eine und dieselbe Zelle mit einer verdichteten Randleiste sich an dem Aufbau der Septen betheiligt, während der Rest der Zelle zwischen den Septen übrig bleibt und für die Entwicklung der Nervenfasern verwendet wird.

Indem ich diesen Satz rückhaltslos ausspreche, bin ich mir seiner Bedeutung wohl bewusst, und halte es auch für wahrscheinlich, dass er Gegner finden wird. Bindegewebe und Nerven aus einer Zelle, wird man einwenden, — das widerspricht denn doch all' unseren Traditionen! Auch sind die Präparate, auf welche ich mich stütze, nicht so geartet, um jeden nur einigermassen geübten Mikroskopiker die Überzeugung aufzudrängen, dass es nur so und nicht anders sein könne. Wenngleich ich nun durch eindringliches und sorgfältiges Studium zu dieser Überzeugung gelangt bin, so scheint es doch am Platze, die Angelegenheit noch von einem anderen Gesichtspunkte aus zu beleuchten.

Ich habe schon in der Einleitung bemerkt, dass man zwar die Medullarplatte aus Zellen aufgebaut sieht, dass wir aber nicht wissen können, ob diese Zellen von einander auch wirklich isolirt sind. Die Medullarplatte erweist sich vielmehr als ein zusammenhängendes Lager von kernhaltigen Zellleibern, zusammenhängend dadurch, dass sich die Zellleiber an ihren peripheren Grenzen berühren.

Jene Theorie, nach welcher der ganze Organismus aus isolirten Zellen aufgebaut, also gleichsam, wie man es ausgedrückt hat, einen Zellenstaat bilden sollte, stützt sich mehr auf die Speculation, als auf die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung. Man hat isolirte Blutkörperchen, isolirte Lymphkörperchen untersucht, die dabei gewonnenen Erfahrungen verallgemeinert und angenommen, dass alle Gewebslager aus isolirten Zellen bestehen. Die scheinbare Abgrenzung der Knorpelzellen in ihrer Kapsel hat diese Verallgemeinerung nur noch unterstützt.

Die neueren Untersuchungen auf dem Gebiete der Histiologie bringen aber fortwährend neue Argumente gegen die Verallgemeinerung zu Tage. Die Zellen des hyalinen Knorpels sind, wie Spina[1] in letzter Zeit endgiltig dargethan hat, durch Zellausläufer

[1] Diese Berichte. Wien 1879.

miteinander verbunden. Von den Knochenzellen weiss man das längst, von den Corneakörperchen, von den Sehnenzellen ist es jetzt zur Genüge erwiesen und von vielen Forschern anerkannt. In der grauen Substanz des Centralnervensystems habe ich und Stricker endlich gezeigt, dass isolirte Zellen nur gelegentlich vorkommen, dass aber die Hauptmasse des Gewebes ein Ganzes bildet.

Nun weiss ich wohl, die Histiologen sind zur Annahme geneigt, dass überall, wo Continuitäten erwiesen sind, Embryonalzellen miteinander verschmolzen sein müssen. Nun bedenke man aber, dass der Beweis für diese Isolirtheit der Embryonalzellen niemals erbracht worden ist. Man denke nur an die Entdeckung der Silberlinien in den capillaren Blutgefässen. Sofort wurde damals der Schluss gezogen, die capillaren Blutgefässe bauen sich aus isolirten Zellen auf, die miteinander verschmelzen. Stricker[1] hat schon im Beginne der 60er Jahre gegen diese Auffassung Einsprache erhoben und dargethan, dass sich die Capillaren aus soliden Fäden entwickeln, aus Fäden, die hohl werden. Diese Behauptungen sind heute fast allgemein anerkannt, trotzdem die Möglichkeit, braune Linien in der Gefässwand durch Silber hervorzurufen, von Niemandem angezweifelt wird. Man nennt auch diese braunen Linien immer noch Zellgrenzen, aber man ist sich darüber klar, wie sie entstanden sind. Sie sind kein Kitt, der zwei isolirt gewesene Zellen verbindet, sie bilden Scheiden zwischen kernhaltigen Platten, die niemals von einander getrennt waren, und die uns eben nur dadurch getrennt erscheinen, dass sich in dem Capillarrohre, offenbar durch die Thätigkeit des lebenden Materials, jene Leisten ausgebildet haben, die sich in Silber besser färben als die Umgebung.

Genau so liegt die Sache in der Medullarplatte. Die Frage, ob es wirklich ein und dieselbe Zelle ist, aus der die beiden Gewebsformen entstehen und die ich mit einer solchen Entschiedenheit bejahe, ist, genau betrachtet, eine minder wesentliche; denn die Zellen des ganzen Lagers hängen miteinander zusammen. Worauf es einzig und allein ankommt, ist die Frage, ob das Bindegewebe in die Medullarplatte einwandert? Diese Frage aber wird schon, selbst von weniger geübten Mikroskopikern,

[1] Diese Berichte. Bd. LI.

bei einer genauen Einsicht meiner Präparate, auf das Entschiedenste verneint werden.

Ein ähnliches Verhalten, wie es pag. 20, 21 und 22 beschrieben wurde, kann man an denjenigen Zellen dieser Abtheilung beobachten, welche nach aussen hin an den, als Rudiment der grauen Substanz bezeichneten, Saum grenzen. Nur sind hier die Randleistchen oder die verzweigten Körperchen durchschnittlich dünner, während die Verzweigungen reichlicher sind. Es gestaltet sich das Verhältniss so, dass die Zellen mit ihren Randzonen das Netzwerk bauen, während der Rest der Zelle in dem Maschenraume liegen bleibt, und wie ich, nach den mannigfachen Bildern, vermuthen muss, sich zur Ausfüllungsmasse umgestaltet oder in derselben untergeht.

Zwischen der äusseren Zone dieser Abtheilung, welche sich zu dem Netzwerke der grauen Substanz umgestaltet, und der inneren Zone, aus welcher sich Septen und Nervenröhren entwickeln, ist keine scharfe Grenze gezogen.

Es kommt hier zur Bildung jener zellenreichen Zone (in Fig. 2, *b*), welche ich aus etwas älteren Embryonen beschrieben habe und von der ich ausgesagt habe, dass sie nach innen die Übergänge zu den netzförmigen Säulen erkennen lässt, nach aussen aber in das Netzwerk der grauen Substanz übergeht. Man kann von dieser Zone nicht aussagen, ob sie sich ganz zu weisser Substanz umgestaltet, oder aber, ob sie auch noch graue Substanz bauen helfen wird.

Ich habe früher, bei der Schilderung der radiären Züge, noch ein Verhältniss unberührt gelassen, weil es geeignet schien, an dem früheren Orte meine Darstellung zu confundiren. Ich habe nämlich nicht erwähnt, dass sich die radiären Züge aus der weissen Substanz, durch die zellenreiche Übergangszone hindurch, in die graue Substanz hinein fortsetzen. Ich habe aber erwähnt, dass die graue Substanz aus rechteckigen Maschen besteht. Der eine Zug von Fasern, welcher die rechteckigen Maschen in der zur Oberfläche senkrechten (d. i. radiären) Richtung begrenzt, ist es nun, welcher sich in die radiären Züge der weissen Substanz hinein verfolgen lässt. Es konnte nun ein Zweifel darüber auf-

tauchen, ob denn das, was ich als Netzwerk der grauen Substanz schildere, wirklich ein Netzwerk sei, ob nicht hier vielmehr zwei, auf einander senkrechte, Faserrichtungen in verschiedenen Ebenen verlaufen. Aber das Netzwerk ist hier so klar und lässt sich mit stärkeren Linsen so sicher auflösen, es ist so gewiss, dass die, auf einander senkrechten, Züge von Fäden einander durchsetzen, und an den Kreuzungspunkten verschmelzen, dass ich mich von der Hauptrichtung der Züge nicht irre machen lassen kann.

Die Beobachtung von jüngeren Entwicklungsphasen, wie ich sie eben hier, als dem 4. und 5. Tage angehörig, geschildert habe, erklärt uns den Zusammenhang des Netzes der grauen Substanz mit den Septen der weissen Substanz, und ich halte mit diesem Nachweise die wichtigste Frage, welche ich in meiner ersten Abhandlung aufgenommen habe, für beantwortet. Diese Antwort lautet: Das Netzwerk der grauen Substanz geht ununterbrochen in die Septen der weissen Substanz über, wie es schon Keuffel[1] vermuthet hat.

Das Netzwerk der grauen Substanz entwickelt sich in ganz gleicher Weise, wie die Septen der weissen Substanz.

Die Septen der weissen Substanz, die Schwann'sche Scheide, das Kühne-Ewald'sche Netz der Markröhren, das Netz der grauen Substanz, — sie gehen sämmtlich aus den Zellen des äusseren Keimblattes oder der Medullarplatte hervor.

Nunmehr ist es klar, dass die Continuität zwischen den Ganglienzellen und dem Netze der grauen Substanz den Schluss auf die nervöse Natur des Netzes nicht gestattet, und dies ebenso wenig, als es gestattet ist, die Septen der weissen Substanz für nervös zu halten.

Wer die Septen in der weissen Substanz für Bindegewebe erklärt, mag nun unbedenklich das Netzwerk der grauen Substanz mit dem gleichen Namen belegen. Ob aber die Septen der weissen Substanz unbedingt als Bindegewebe bezeichnet werden dürfen, mag nach dem heutigen Stande unseres Wissens immerhin noch discutirbar sein; aber diese Discussion gehört auf ein anderes Gebiet.

[1] Reil's Archiv. Bd. X. 1811.

d) Die Entwicklung der nervösen Bestandtheile.

Über die Genesis der Ganglienzellen habe ich nach all' dem, was in den beiden Abhandlungen bereits mitgetheilt worden ist, nur wenig mehr zu berichten. Ich habe in der Hirnrinde des Hühnerembryo und in der Hirnrinde des neugeborenen Kaninchens, Hundes und Kindes so viele Übergangsformen zu fertigen Ganglienzellen gesehen, dass ich über ihre Genesis nicht mehr im Zweifel sein kann. Sie entwickeln sich aus Zellen der embryonalen Anlage, aus Zellen, die durch Ausläufer in das Netz eingefügt sind, ehe sie noch die Gestalt der fertigen Ganglienzellen erreicht haben. Es bleibt somit nur noch die Frage offen, wie sich die Axencylinderfortsätze entwickeln, und wie diese Fortsätze in die markhaltigen Röhren hineingelangen.

Nach einer zumeist verbreiteten Ansicht entwickeln sich die Axencylinder als Fortsätze der Ganglienzellen. Diese Ansicht ist meines Wissens zuerst von Bidder und Kupffer[1] aufgestellt worden. Vor Bidder und Kupffer hat aber Kölliker[2] eine andere Hypothese vertheidigt, die Hypothese, dass der periphere Nerv durch Aneinanderreihen von spindelförmig gewordenen Zellen entsteht. Kölliker stützte sich dabei auf das eigenthümliche Aussehen der embryonalen Nervenstämme und übertrug die Hypothese auf die centralen Axenfasern.

Eine der Kölliker'schen verwandte Ansicht trug Boll[3] vor. Nach Boll bilden sich gleichfalls spindelförmige Zellen zu Axenfasern. Endlich muss ich eine, allen anderen Anschauungen widersprechende, Behauptung von Besser[4] erwähnen, nach welcher die Nervenelemente aus Bestandtheilen des Netzes hervorgehen. Besser sagt nämlich, dass die Axencylinder in den feinen Fädchen der Reiser vorgebildet sind.

Die Hypothese Kölliker's, der sich auch, wie ich bemerkt habe, Boll anschliesst, muss ich aus früher angegebenen Gründen zurückweisen. Ich habe schon früher angeführt, dass

---

[1] Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und die Entwicklung seiner Formelemente. Leipzig 1857.

[2] Entwicklungsgeschichte des Menschen u. d. Wirbelthiere.

[3] l. c.

[4] Virchow's Archiv. Bd. 36. 1868.

die von Boll für Nerven gehaltenen radiären Gewebszüge zwischen den netzförmigen Säulen liegen, dass sie nicht Anlagen der Nerven, sondern Anlagen der Nervenscheiden sind. Kölliker selbst hat übrigens seine frühere Ansicht verlassen, da er sich in der neuesten Auflage seiner, vor Kurzem (1879) erschienenen, Entwicklungsgeschichte geäussert hat, dass die weisse Substanz ursprünglich einzig und allein aus Ausläufern der Nervenzellen besteht.

Die Angabe von Bidder und Kupffer, dass die Axencylinder als Fortsätze aus den Ganglienzellen hervorwachsen, kann ich nicht direct widerlegen, da ja ein negativer Befund gegen solche positive Behauptungen kaum ins Gewicht fällt. Hervorheben darf ich aber allerdings, dass positive Beobachtungen über ein wirkliches Hervorwachsen eines Axencylinders aus der Ganglienzelle bisher von Niemand beobachtet worden, dass auch Niemand verschiedene Phasen eines solchen Wachsthums beschrieben hat. Indem ich nun die Hirnrinde des Hühnerembryo sorgfällig durchsucht und gleichfalls keinerlei Bilder gefunden habe, die ein solches Hervorwachsen vermuthen lassen, bin ich zu der Negation wohl berechtigt. Ich darf also sagen, die Hypothese des Hervorwachsens des Axencylinders aus der Ganglienzelle ist bisher durch keinerlei Beobachtung motivirt worden.

Wenn ich die verschiedenen Übergangsphasen von Zellen niederer Entwicklungsstufe zu Ganglienzellen vergleiche; wenn ich sehe, dass diese Übergangsformen durch Ausläufer mit dem Netze der grauen Substanz zusammenhängen; wenn ich sehe, dass die am weitesten entwickelten Formen immer noch keinen ausgesprochenen Axencylinderfortsatz, aber schon einen stärkeren basalen oder Spitzenfortsatz besitzen, die sich, wie die Protoplasmafortsätze, nach etwas weiterem Verlaufe in das Netz auflösen; wenn ich sehe, dass die fertigen Axencylinderfortsätze durch seitliche Ausläufer immer noch an dem Netze Antheil nehmen, — so wird dadurch gewiss die Vermuthung wachgerufen, dass sich der Axencylinderfortsatz aus einem Bestandtheile des Netzes entwickelt, oder mit anderen Worten: die noch nicht völlig entwickelte Ganglienzelle trägt anfangs nur Protoplasmafortsätze und einer oder der andere Protoplasmafortsatz entwickelt sich weiter zu einem Nervenfortsatz. Diese Speculation führt also zu dem

Satze, dass sich einige von den Übergangsformen der Hirnrinde zu Ganglienzellen und gewisse Züge des Netzes zu Nervenfasern entwickeln.

Über die Axencylinder in der weissen Substanz fehlen mir auch die wenigen Anhaltspunkte zur Erschliessung, welche ich hier vorgeführt habe, und es bleibt nichts Anderes übrig, als die noch unbegründete Vermuthung auszusprechen, dass sich die Axenfasern in den netzförmigen Säulen, d. i. in den Anlagen der markhaltigen Fasern, gerade so entwickeln, wie die Axencylinderfortsätze in der grauen Substanz.

Gegen diese Vermuthung könnte das chemische Verhalten der Netze ins Feld geführt werden, denn Kühne und Ewald[1] haben gezeigt, dass das knorrige Netz in der Markscheide gegen Pepsin- und Tripsinverdauung Widerstand leistet; sie haben es demgemäss für eine keratoide Substanz erklärt. Kühne und Ewald haben auch nach der Verdauung der grauen Substanz ein Filzwerk von Fasern unverdaut gefunden.

Ich halte diese Angaben für äusserst werthvoll, denn sie zeigen eine schöne Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen der chemischen und den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen. Mich hat die Genesis gelehrt, dass die Netze der Markscheide und die Netze der grauen Substanz analoge Gebilde sind, und es ist von grösstem Interesse zu erfahren, dass sie sich auch chemisch gleich verhalten.

Ich muss aber von anderer Seite auf die Ergebnisse meiner Entzündungsversuche hinweisen, welche darthun, dass sowohl das Netz in der grauen Substanz, als das Netz in den Markscheiden in Folge des Entzündungsreizes auf den embryonalen Zustand zurückkehren, proliferationsfähig werden, und mit dem Axencylinder zu einer kernhaltigen Masse verschmelzen. Ich muss darauf hinweisen, dass die Netze aus embryonalen Zellleibern entstehen, also im Embryo, unmittelbar nach ihrer Bildung, sicher noch keine keratoide Substanzen sein können. All' diese Hinweise legen uns vielmehr die Vermuthung nahe, dass die aus Zellleibern entstandenen Netze allmälig erhärten, gegen die Einflüsse der Verdauung widerstandsfähig werden, ohne dess-

[1] l. c.

wegen ihre Lebensfähigkeit einzubüssen. Die Entzündungserscheinungen selbst werde ich in einer dritten Abhandlung näher besprechen.

Zum Schluss ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Stricker für die gütige Unterstützung, die er mir bei der stylistischen Abfassung dieser Arbeit angedeihen liess, den aufrichtigsten Dank hiemit auszusprechen.

Literaturverzeichniss.

Besser: Virchow's Archiv. Bd. 36. 1868.
Bidder u. Kupffer: Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes und die Entwicklung seiner Formelemente. Leipzig 1857.
Boll: Archiv für Psychiatrie. Bd. IV. 1873.
Eichhorst: Virchow's Archiv. Bd. 64. 1875.
Flechsig: Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark auf entwicklungsgeschichtlicher Grundlage. Leipzig 1876.
Fritsch: Untersuchungen über den feineren Bau des Fischgehirns. Berlin 1878.
Hensen: Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Bd. I. 1875.
Jastrowitz: Archiv für Psychiatrie. Bd. II u. III. 1871—1872.
Kölliker: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbelthiere. 1877—1879.
Lubimoff: Virchow's Archiv. Bd. 60. 1874.
Loewe: Beiträge zur Anat. u. Entw. Berlin 1880.
Remack: Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855.

Fig 1.

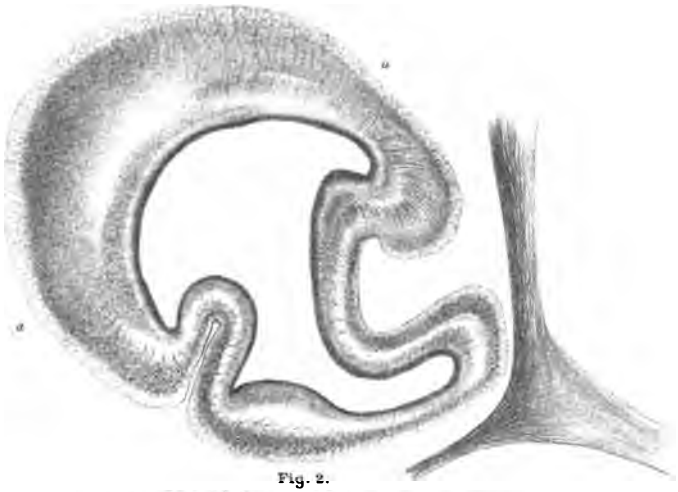
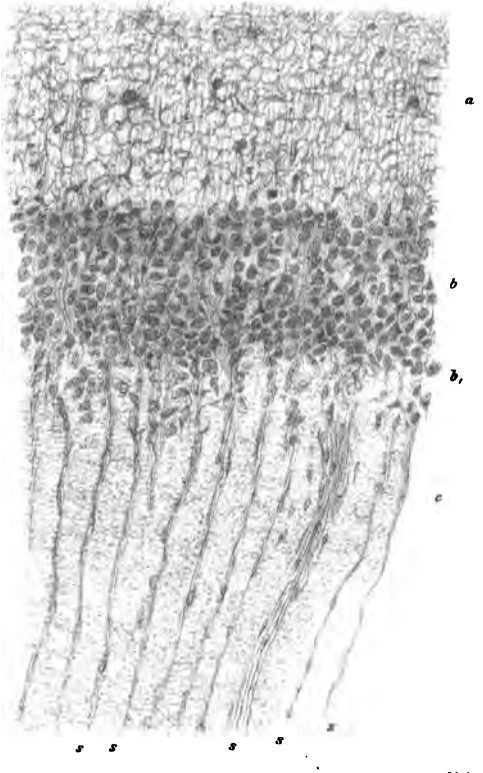


Fig. 2.



Gezw. Verf. v. D. [illegible] Hofmann. Kl. v. Dr. [illegible] Hofmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Fig. 3.

Fig. 4.

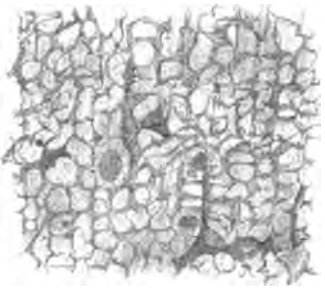


Fig. 5.

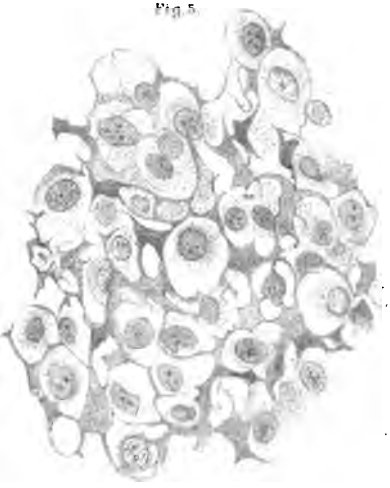
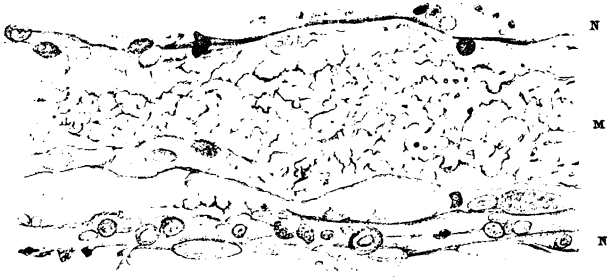


Fig. 6.



Gez. u. lith. v. Dr J. Heitzmann. K. k. Hof- u. Staatsdruckerei

Sitzungsb. d. k. Akad. d. W. math. nat. Cl. LXXX. Bd. III. Abth. 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Durchschnitt durch die Hämisphärenblase eines 8 Tage alten Hühnerembryo. Loupenvergrösserung.

Fig. 2. Durchschnitt durch die Hämisphärenwand desselben Embryo. a. Anlage der grauen Rinde; b—b; Zellenstratum zwischen grauer und weisser Substanz; c. Anlage der markhaltigen Röhren. Vergrösserung Hartnack, Oc. 2, Obj. 8.

Fig. 3. Ein Theil aus dem Zellenstratum der früheren Figur bei einer Vergrösserung von Hartnack, Oc. 2, Obj. Seibert-Krafft. Nr. VIII. Übergang der Zellcolumnen in die genetzten Säulen.

Fig. 4. Netz der Hirnrinde aus Fig. 2 bei einer Vergrösserung von Hartnack, Oc. 2, Obj. Seibert-Krafft. Nr. VIII.

Fig. 5. Durchschnitt aus der Hämisphärenwand eines 3—4 Tage alten Hühnerembryo. Vergrösserung Hartnack, Oc. 2, Obj. Seibert-Krafft. Nr. VIII. Erste Abscheidung der Septen aus der Zellenlage.

Fig. 6. Ein genetzter Balken als Anlage des markhaltigen Rohres. M. Netz der Markscheide; N. Bindewebige Septen; s. Schwann'sche Scheide. Vergrösserung Hartnack, Oc. 2, Obj. Seibert-Krafft. Nr. VIII.

XXIV. SITZUNG VOM 20. NOVEMBER 1879.

Der Vorstand des Nassauischen Vereins für Naturkunde theilt der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften mit, dass dieser Verein am 20. December d. J. die Feier seines fünfzigjährigen Bestehens in Wiesbaden begehen wird.

Das c. M. Herr Prof. H. Leitgeb in Graz übersendet eine Abhandlung, betitelt: „Das Sporogon von Archidium."

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung des stud. med. Carl Koller unter dem Titel: „Beiträge zur Kenntniss des Hühnerkeimes im Beginne der Bebrütung".

Das w. M. Herr Prof. A. Winckler überreicht eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Über den letzten Multiplicator der Differentialgleichungen höherer Ordnung."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Akademie, Kaiserlich Leopoldino-Carolinisch-Deutsche, der Naturforscher: Leopoldina. Heft XV. Nr. 19—20. Halle a. S., 1879; 4°.

Akademija Umiejętnośći w Krakowie: Sprawozdanie komysyi fizyjograficznej. Tom XII. W Krakowie, 1878; 8°.

— — Rozprawy i Sprawozdania z posiedzeń wydziału matematyczno-przyrodniczego. Tom. V. W Krakowie, 1878; 8°.

Teoryja mechaniczno-chemiczna oparta na ruchach wirowych niedziałek przez Dr. Emila Czyrnianskiego. Krakow, 1876; 8°.

— — Zbiór Wiadomośći do Antropologii Krokowej. Tom III. Kraków, 1879; 8°.

— — Rocznik zarzadu. Rok 1878. W Krakowie, 1879; 8°.

— — Katalog. Rękopisou Biblioteki Universitetu Jagiellońskiego. Zeszyt 4. Krakow, 1879; 8°.

— — Literarische Mittheilungen und bibliographische Berichte über die Publicationen. Januar—März 1879. Krakau; 4°.

Apotheker-Verein, allgemeiner österr.: Zeitschrift nebst Anzeigenblatt. VII. Jahrgang. Nr. 32. Wien, 1879; 4°.

Association, the American for the advancement of Science: Proceedings. XXVIth Meeting. August, 1877. Salem, 1878; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 96, 1—4. Nr. 2281—2184. Kiel, 1879; 4°.

Becker, M. A.: Topographie von Niederösterreich. II. Band 6. Heft. Der alphabetischen Reihenfolge der Ortschaften 3. Heft. Wien, 1879; 8°.

Bureau, königl. statistisch-topographisches: Württembergische Jahrbücher für Statistik und Landeskunde. Jahrgang 1879. I. Band 1. Hälfte und II. Band 1. Hälfte. Stuttgart, 1879; 4°.

Central-Station, königl. meteorologische: Beobachtungen der meteorologischen Station im Königreiche Baiern. Jahrgang I. Heft 3. München, 1879; 4°.

Chemiker-Zeitung: Chemisches Central-Annoncenblatt. Jahrgang III. Nr. 43—46. Cöthen, 1879; 4°.

Copenhague, Universität: Description de Serres du Jardin botanique de l'Université. Publiée à l'occasion du quatrième Centenaire de l'Université en Juin 1879 par J. C. Jacobsen et Tyg. Rothe. Copenhague, 1879; fol.

Defresne: 1° Considerations générales sur la digestion stomacale et la digestion duodénale. — 2° L'acide du suc gastrique est-il le même dans le suc gastrique pur et le suc gastrique mixte? — 3° Propriétés chimiques & physiologiqnes du suc pancréatique au sein du suc gastrique mixte.

Gesellschaft, deutsche chemische: Berichte. XII. Jahrgang. Nr. 16. Berlin, 1879; 8°.

— k. k. geographische in Wien: Mittheilungen. Band XXII. (n. F. XII). Nr. 10. Wien, 1879; 4°.

Institut royal grand-ducal de Luxembourg: Publications. Tome XVII. Luxembourg, 1879; 8°.

Kasan, Universität: Sitzungsberichte und Denkschriften. 1878. Nr. 1—6. Kasan, 1878; 4°.

Landwirthschafts-Gesellschaft, k. k. in Wien: Verhandlungen und Mittheilungen. Jahrgang 1879. Märzheft. Wien, 1879; 8°.

Militär-Comité, k. k. technisches und administratives: Mittheilungen über Gegenstände des Artillerie- und Genie-Wesens. Jahrgang 1879. 9. u. 10. Heft. Wien, 1879; 8°.

Nature. Vol. 21. Nr. 524. London, 1879; 4°.

Nederlandsch Gasthuis voor Oöglijders. XX. jaarlijksch Verslag. Utrecht, 1879; 8°.

Osservatorio de Collegio reale Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIV. Nrs. 2—6. Torino, 1879; 4°.

Reichsanstalt, k. k. geologische: Jahrbuch. Jahrgang 1879. XXIX. Band, Nr. 3. Juli, August und September. Wien; 4°.

— — Verhandlungen. Nr. 13. Wien, 1879; 4°.

— — Abhandlungen. Band VII, Heft 5. Zur Kenntniss der Fauna des unteren Lias in den Nordalpen, von Dr. M. Neumayr. Wien, 1879; gr. 4°.

Remembrancia preserved among the Archives of the City of London. A. D. 1579—1664. Analytical Index. London, 1878; 8°.

„Revue politique et littéraire“ et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger.“ IXe Année, 2e Série, Nr. 20. Paris, 1879; 4°.

Société Ouralienne d'Amateurs des Sciences naturelles: Bulletin. Tome V, livr. 1. Jekaterinopol, 1879; 4°.

— impérial des Naturalistes de Moscou: Nouveaux Mémoires. Tome XIV, Livr. 1. Moscou, 1879; 4°.

— — Bulletin. Année 1879. Nr. 1. Moscou, 1879; 8°.

Society, the American geographical: Bulletin. 1878. Nr. 6. New York, 1879; 8°.

— the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XXXIX. Nr. 9. Supplementary number. London, 1879; 8°.

— the Royal of Victoria: Transactions and Proceedings. Vol. XV. Melbourne, 1878; 8°.

— the Linnean of New South Wales: Proceedings. Vol. VIII. Part the fourth. Sydney, 1879, 8°.

Statistisches Departement im k. k. Handelsministerium: Nachrichten von den österr.-ungar. Eisenbahnen für das Betriebsjahr 1876. Wien, 1879; fol.

Upsala, Universität: Årsskrift 1877. Upsala; 8°. Festskriften 1877. Upsala; 8°.

— — Bulletin météorologique mensuel. Vol. X. Upsal, 1878—1879; 4°.

— — Universitätsschriften pro 1877—78. 12 Stücke, 8°.

Vajda, L. v. Dr. und Dr. H. Paschkis: Über den Einfluss des Quecksilbers auf den Syphilisprocess mit Berücksichtigung des sogenannten Mercurialismus. Wien, 1880; 8°.

Verein, naturhistorischer „Lotos“: Jahresbericht für 1878. Prag, 1878; 8°.

Vierteljahresschrift, österr., für wissenschaftl. Veterinärkunde. LII. Band, 1. Heft. (Jahrgang 1879. III.) Wien; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 46. Wien, 1879; 4°.

Wissenschaftlicher Club: Monatsblätter. I. Jahrgang. Nr. 1 & 2. Wien, 1879; 4°.

Beiträge zur Kenntniss des Hühnerkeims im Beginne der Bebrütung.

Von stud. med. **Carl Koller.**

(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.)

(Mit 1 lithogr. Tafel und 5 Holzschnitten.)

Die vorliegende Abhandlung beschäftigt sich mit der Entwicklung des befruchteten Hühnereies bis zum Erscheinen des Primitivstreifens.

Die meisten von den zahlreichen Arbeiten, welche in den zwei letzten Jahrzehnten auf diesem Gebiete erschienen sind, behandeln die Geschichte dieses Gegenstandes mit solcher Gründlichkeit, dass ich es wohl unterlassen kann, eine einleitende, zusammenhängende Besprechung der Literatur des Stoffes zu bringen.

Nichtsdestoweniger werde ich es nicht umgehen können, passenden Ortes auf frühere Autoren und deren Ansichten zurückzukommen.

Die Schwierigkeiten, die sich einer Untersuchung der ersten Bebrütungseffecte entgegenstellen, und die so sehr ins Gewicht fallen, dass auch nicht zwei Autoren zu annähernd gleichen Resultaten gelangt sind, liegen, wie mir scheint, in den folgenden Umständen.

Zunächst kommt hier etwas in Betracht, was vielen Entwicklungsvorgängen gemeinsam ist, nämlich dass sie sich nicht direct beobachten, sondern nur aus verschiedenen Phasen erschliessen lassen.

Die Zusammenfassung verschiedener Phasen zu einem Gesammtbilde der Entwicklung wird aber durch individuelle Bildungsabweichungen wesentlich erschwert.

Diesen Mangel der directen Beobachtung lernen wir sowohl bei den groben Veränderungen als auch bei denen der Formelemente

auf recht unangenehme Weise empfinden. Man ist eben nicht im Stande, vorherzusehen, an welchen Stellen eine Zelle neu erzeugt werden wird, anderseits stehen wir vor der Unmöglichkeit, über die Herkunft einer schon vorhandenen etwas auszusagen.

Ist eine Anzahl von Entwicklungsphasen gegeben, so können zwei Wege zur Erschliessung des stattgehabten Vorganges führen. Entweder wir verfügen über eine vollkommen geschlossene Reihe von Durchschnitten, die keinen Zweifel über das Älter oder Jünger aufkommen lässt und worin einer jeden Phase ihr Platz mit Nothwendigkeit angewiesen ist — im vorliegenden Falle trifft dies nicht zu — oder wir sind im Besitze eines äusseren Merkmals für die Bestimmung der Entwicklungsstufe, wie es z. B. die Bebrütungsdauer sein könnte, wenn dieses Kriterium nicht so ausserordentlich unsicher wäre.

Es sind alle Beobachter darüber einig, dass die Entwicklung innerhalb gewisser Grenzen mit der Dauer der Bebrütung durchaus nicht gleichen Schritt hält. Insbesondere ist diess in den ersten Brütstunden der Fall; hier kommt aber unter anderem der folgende Grund in Betracht. Das Ei braucht nemlich 2—4 Stunden zur Erwärmung auf die Temperatur des Brutofens; diese Zeit dürfte für die Entwicklung einen sehr geringen Effect haben. Es könnte also sein, dass die gerade in den ersten Stunden sehr häufigen und namhaften Differenzen von Keimscheiben, die gleiche Brutzeiten hinter sich haben, nicht auf Rechnung eines ungleichen Bruteffectes zu setzen sind, sondern dass die Eier schon beim Einlegen in den Brutofen verschieden weit entwickelt waren.

Ein anderer, gleichfalls vielen Entwicklungsvorgängen gemeinsamer Übelstand liegt in der Rapidität des Processes, wodurch sich manche Phasen der Beobachtung entziehen.

Es wird Sache der Methode sein, diese Hindernisse zu überwinden.

Von noch grösserer Wichtigkeit dürfte das folgende Moment sein:

Stillschweigend zieht sich durch die ganze Literatur die doch nichts weniger als bewiesene Voraussetzung, dass die unbebrütete Keimscheibe bezüglich ihres Aufbaues sich vom Centrum gegen die Peripherie zu nach allen Richtungen gleichmässig verhalte. Die Angaben über topographische Verschiedenheiten,

die während der Bebrütung auftreten sollen, sind höchst unbestimmt und dürftig. Es ist diess zunächst darin begründet, dass bisher kein genaues Merkmal bekannt war, um die Richtung von vorn nach hinten und die darauf senkrechte mit der nöthigen Sicherheit an Keimscheiben zu bestimmen, an welchen der Primitiv-Streifen noch nicht vorhanden ist. So war es auch nicht möglich, eine Topographie von Keimscheiben dieses Alters festzustellen. Die allgemeine Regel, dass die Längsrichtung des künftigen Embryo der Queraxe des Eies und die linke Seite desselben dem stumpfen Eipole entspricht, ist nach der übereinstimmenden Aussage aller Beobachter so vielen Schwankungen unterworfen, dass eine darauf basirte Schnittrichtung wenig Aussicht hätte, Klarheit in die räumliche Anordnung der Keimscheibe zu bringen; und das ist für die Lösung der Keimblattfrage eine unerlässliche Bedingung.

Es ist auch unbedingt nothwendig, dass wir mit Sicherheit die durch das Centrum gehenden Längsschnitte von den mehr lateralen, vordere Querschnitte von hinteren unterscheiden können; denn bei den, wie ich gleich hier anticipiren will, thatsächlich räumlich verschiedenen Verhältnissen der Keimscheibe, können uns bei Nichtbeachtung dieser Umstände verschiedene Schnitte desselben Stadiums, verschiedene Entwicklungsphasen vorspiegeln. Diese Gefahr wird noch grösser, wenn, wie es oft der Fall ist, nicht alle Schnitte zur Untersuchung gelangen.

Ein Fortschritt in der Keimblätterfrage hängt also wesentlich ab von der Auffindung eines Kriteriums für die Bestimmung des Alters und eines sicheren Merkmals für die Festhaltung geplanter Schnittrichtungen.

Beiden Bedingungen nun glaube ich Rechnung tragen zu können durch die Auffindung einer bisher unbekannten Bildung an der unbebrüteten Keimscheibe und durch die Feststellung einer in sich abgeschlossenen Reihe von Flächenbildern, die an der Keimscheibe in der Zeit bis zur vollkommenen Ausbildung des Primitiv-Streifens sichtbar werden. Die Möglichkeit, eine solche Reihe festzustellen, verdanke ich wesentlich der von Kölliker empfohlenen protrahirten Bebrütung.

Es liegt durchaus kein Grund vor zu der Annahme, dass bei einer geringeren Bruttemperatur als der gewöhnlichen von 38° C.,

die Vorgänge der Entwicklung in anderer Weise verlaufen. Zeigen doch, wie schon Kölliker[1] beobachtet hat und wie ich es auf Grund zahlreicher Versuche bestätigen kann, Eier, die mehrere Tage im Sommer sogar nur bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (circa 25° bei Tage) gelegen hatten, sowohl dem Aussehen der Keimscheiben als dem Verhalten der Durchschnitte nach, nur Bilder, wie sie bei normaler Bebrütung vorkommen.

Ich habe bei meinen Versuchen Temperaturen von 27°, 31° und 34° C. in Anwendung gebracht. Die Brutzeiten brauchen nicht vielfach variirt zu werden; der ungleiche Erfolg der Bebrütung bei verschiedenen Eiern, zumal bei höheren Temperaturen, und die bereits bei Beginn der Bebrütung vorhandenen Differenzen genügen schon, um bei gleicher Brutzeit hinreichend viele Entwicklungsphasen zu erzeugen.

Zur Erlangung der ersten Stadien kann man sich auch mit Erfolg des einfachen Mittels bedienen, die Eier, welche natürlich für diesen Zweck vollkommen frisch sein müssen, bei gewöhnlicher Temperatur im Zimmer liegen zu lassen.

Bei der folgenden Beschreibung der Flächenbilder will ich zwar immer die Temperaturen und Brutzeiten angeben, bei denen ich die einzelnen Stadien erhielt, doch scheint mir diess aus den schon erwähnten Gründen nicht von grossem Belange zu sein.

Flächenansichten aus diesen frühen Stadien sind bis jetzt noch nicht genügend beachtet worden, um sie als Gradmesser für die Entwicklungsstufe einer Keimscheibe anzuwenden. Es ist vielmehr in neuerer Zeit die Genesis vorwiegend an Durchschnitten studirt, die Erforschung der Oberflächenansichten hingegen vernachlässigt worden. Alles, was über diese Verhältnisse bekannt ist, lässt sich dahin zusammenfassen, dass nach einigen Brütstunden im Fruchthofe der Keimscheibe eine weissliche Trübung, der sogenannte Embryonalschild, auftrete — nach einigen Autoren aus der Verdickung beider vorhandenen Keimschichten, nach anderen nur der oberen Keimschichte hervorgegangen —; dass ferner um die 12. Stunde der Bebrütung im Embryonalschild der Primitivstreifen erscheine, der die hinteren zwei Drittheile der *area pellucida* durchziehe, aber den hinteren

[1] Kölliker, Entwicklungsgesch. der Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1876, pag. 98 und 99.

Rand derselben nicht erreiche. Eine weitere Angabe über den Embryonalschild, die sowohl Reichert als auch Dursy gemacht haben, werde ich am betreffenden Orte eintragen.

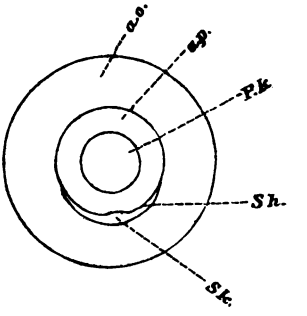
Aus der ununterbrochenen Reihe von Flächenbildern, die ich an der Keimscheibe bis zur völligen Ausbildung des Primitivstreifens beobachtet habe, wähle ich fünf besonders gut charakterisirte, die sich auch zu Ausgangspunkten einer Untersuchung an Durchschnitten eignen, für die folgende Beschreibung aus.

I. Die unbebrütete Keimscheibe.

Seit Pander unterscheidet man an der unbebrüteten Keimscheibe eine *area opaca* und eine *area pellucida* und im Centrum der letzteren einen runden, weisslichen Fleck, den sogenannten Pander'schen Kern des Hahnentrittes, der aber der Keimscheibe selbst nicht angehört, sondern sich als der durch die *area pellucida* hindurchschimmernde centrale Dotterfortsatz erweist. — Es ist bekannt, dass der *area pellucida* genannte Theil der Keimscheibe wie ein Dach über die Keimhöhle gespannt ist, dass die *area opaca* aber den verdickten Keimrand darstellt, welcher direct auf dem weissen Dotter aufruht. Die Breite der *area opaca* ist ungefähr gleich dem Halbmesser der *area pellucida*.

Orientirt man nun das Ei so, dass der stumpfe Eipol linker Hand, der spitze aber rechter Hand zu liegen kommt, also der später zum Schwanzende werdende Theil der Keimscheibe dem Beobachter zugewendet ist, so bemerkt man, dass sich die *area opaca* im vorderen Theile von der *area pellucida* anders abgrenzt als in einem hinteren Abschnitte. Während vorn die Grenze zackig und verwischt ist, stellt sie hinten einen scharfen Contour dar, und diess in einer Ausdehnung von $^1/_3$—$^2/_5$ der in Rede stehenden Kreisperipherie. (Vgl. Tafel, Fig. 1.) In dieser Ausdehnung zeichnet sich auch der innere Saum der *area opaca* durch besondere Weisse

I. Contouren der unbebrüteten Keimscheibe.



a. o. area opaca.
a. p. area pellucida.
P. k. Pander'scher Kern.
Sk. Sichelknopf.
Sh. Sichelhorn.

und Undurchsichtigkeit aus, hebt sich von der Umgebung mehr oder weniger scharf ab und stellt so eine halbmond- oder sichelförmige Figur dar. Die Mitte dieser sichelförmigen Figur (Fig. 1, *Sk.*) ist nach vorn und hinten ausgebaucht, anscheinend auch der Tiefe nach verdickt, was sich vorläufig aus der Farbe erschliessen lässt; die Seitentheile (Fig. 1, *Sh.*), oft von ungleicher Länge, verschmälern und verdünnen sich allmälig und verlieren sich gegen die vordere Hälfte der Keimscheibe.

Ich will dieses Gebilde, welches, wie ich gleich im Vorhinein erwähnen will, in ausserordentlich nahen Beziehungen zum Primitivstreifen steht, im Folgenden die Sichel nennen, seinen verbreiterten mittleren Theil den Sichelknopf — die Seitentheile mögen die Sichelhörner heissen. Die Sichel stellt also nach Obigem den inneren Saum des hinteren Theiles der *area opaca* dar. — Es kommt aber auch vor, dass zwischen Sichel und *area opaca* ein schmaler, heller Zwischenraum zu bemerken ist, die Sichel also ins Bereich der *area pellucida* fällt — ein Befund, der besonders in späteren Stadien häufiger wird, sich aber auch zuweilen schon am unbebrüteten Eie findet. Im letzteren Falle pflegen die Sichelhörner die quere Halbirungslinie der Keimscheibe zu überschreiten, ja sogar, was aber sehr selten der Fall ist, vorn wieder zusammenzugreifen, so dass aus der Sichel ein vorn schmaler und undeutlicher, hinten aber breiterer Ring geworden ist.

Ich will gleich hier bemerken, dass in Bezug darauf, dass die eben beschriebenen Verhältnisse wirklich dem unbebrüteten Eie entsprechen, durchaus kein Zweifel obwalten kann. Ich erhielt nämlich die zur Untersuchung der unbebrüteten Keimscheibe bestimmten Eier allsogleich, nachdem sie gelegt worden waren, oft noch kaum abgekühlt, und kann sagen, dass ich bei Beobachtung dieses Umstandes in den Monaten Juli, August und September durchaus keine namhaften Differenzen sowohl in dem Aussehen, als in dem Aufbaue derartiger Keimscheiben bemerkt habe.

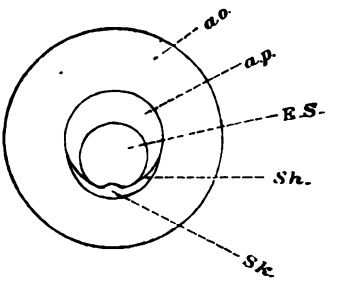
II. Stadium des rundlichen Embryonalschildes.

Dieses Stadium erhielt ich meist durch eine Bebrütung von 22—24 Stunden bei 27° C. — fand es aber auch sehr häufig an Eiern, die 24 Stunden oder darüber bei einer von der obigen nicht sehr differenten Temperatur im Zimmer gelegen waren.

Das nächste, was uns an diesem Stadium in die Augen fällt, ist das geänderte Grössenverhältniss zwischen *area pellucida* und *area opaca* (Tafel, Fig. 2). Während die *area pellucida* in ihrer Flächenausdehnung sich nicht wesentlich geändert hat, ist die *area opaca* breiter geworden.

Mit dieser Verbreiterung geht Hand in Hand eine Aufhellung der *area opaca*, in Folge deren die Keimscheibe sich vom umliegenden gelben Dotter weniger abhebt und daher schwerer sichtbar ist. Die Aufhellung geht nicht immer zugleich im ganzen Umfange vor sich, es bleiben oft weisse Flecken in der aufgehellten Umgebung zurück. Im ganzen Umfange der *area opaca* können Vacuolen sichtbar sein, finden sich aber zumeist nur im hinteren Theile derselben, und hier zehr zahlreich. (Fig. 2, *V.*)

Contouren des II. Stadiums.



E. S. Embryonalschild. Die übrigen Bezeichnungen wie im Vorigen.

In der *area pellucida* ist der Pander'sche Kern des Hahnentritts verschwunden, statt dessen hat eine weissliche Trübung platzgegriffen, die eine rundliche Form hat und derart excentrisch gelegen ist, dass sie nach hinten an die Sichel stösst, vorn aber einen grösseren Theil der unveränderten *area pellucida* freilässt — es ist dies der sogenannte Embryonalschild der Autoren. (Fig. 2, *E. S.*)

An der Sichel hat sich meistens der Sichelknopf verbreitert und verdickt, oft bemerkt man auch schon in diesem Stadium, von dessen vorderem Rande nach dem Centrum der Keimscheibe gerichtet, ein äusserst feines, sehr kurzes, weisses Strichelchen.

Es ist nicht ohne Interesse, hier auf eine grosse Ähnlichkeit des eben geschilderten Flächenbildes mit einem Stadium des Forelleneies hinzuweisen, das von Öllacher als „das Stadium des runden Embryonalschildes beschrieben wird. [1]

---

[1] Öllacher, „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Knochenfische", XIII. Bd. d. Zeitsch. f. wissensch. Zoologie, 1. Heft, Leipzig 1872. Pag. 21, Taf. I, Fig. 7.

Auf dem kugeligen Nahrungsdotter des Forelleneies ruht der kappenförmige Keim, dessen dünneres Centrum die Keimhöhle überdacht, während seine Peripherie wulstförmig verdickt ist. Eine Stelle des Randes, die sich durch besondere Dicke auszeichnet, wird von Öllacher als der hinterste Theil des Keimes bezeichnet; an diese verdickte Stelle des Keimwulstes schliesst sich nach vorne hin, im dünneren Theile des Keimes gelegen, eine rundliche Platte an, der Embryonalschild.

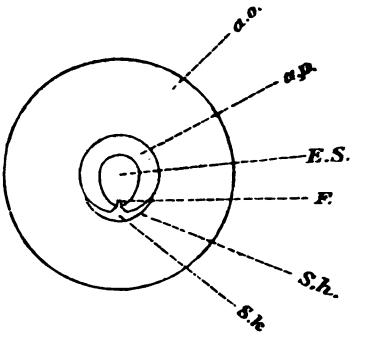
III. Stadium des spatelförmigen Embryonalschildes.

Dieses Stadium pflegte aus einer zwölfstündigen Bebrütung bei 31° zu resultiren; ich erhielt es aber auch oft durch Brütversuche bei 34° von derselben Dauer. Der nun zu beschreibende Zustand der Keimscheibe scheint der achten Stunde normaler Bebrütung zu entsprechen, da es mir wiederholt gelang, diese Entwicklungsphase so darzustellen.

Die *area opaca* hat unter fortwährender Aufhellung eine Breite gewonnen, die dem nun auch etwas vergrösserten Durchmesser der *area pellucida* gleichkömmt. Die hauptsächlichsten Veränderungen sind an der Sichel vor sich gegangen, die man übrigens häufiger als in den früheren Stadien in das Bereich der *area pellucida* gerückt findet. Der als Sichelknopf bezeichnete mittlere Theil derselben ist aus der spindelförmigen in die rundliche Form übergegangen und hat sich bedeutend vergrössert (Vgl. Tafel, Fig. 3); dabei ist er an der oberen Fläche convex geworden. Die Sichelhörner hingegen erscheinen meistens verkürzt. An der oberen Fläche der Sichel bemerkt man ferner zuweilen einen ihrer ganzen Länge entsprechenden, sehr schmalen, durchsichtigen Streifen. Dieser Streifen, der die ganze Sichel und besonders deutlich den Sichelknopf der Breite nach in eine vordere und eine hintere Hälfte scheidet, hat ganz das Aussehen einer Rinne und ist auch an gehärteten und gefärbten Chromsäurepräparaten deutlich als solche zu erkennnen; wie es sich später zeigen wird, lehren Durchschnitte dasselbe. Von der vorderen Ausbauchung des Sichelknopfs geht gegen das Centrum der Keimscheibe hin ein kurzer, weisser Fortsatz von dem Aussehen und der Farbe der Sichel und des späteren Primitivstreifens (Tafel,

Fig 3, *F*). Sein vorderes Ende wird vom Embryonalschild aufgenommen, der nun vorn abgerundet, hinten aber zugespitzt erscheint und im Vereine mit dem erwähnten Fortsatz des Sichelknopfes eine spatelförmige Figur darstellt.

Contouren des III. Stadiums.



F. Fortsatz d. Sichelknopfes. Die übrigen Bezeichnungen wie im Vorigen.

Bot schon das vorige Stadium Verhältnisse dar, die an das auf einer parallelen Entwicklungsstufe stehende Forellenei erinnerten, so ist die Ähnlichkeit des letztbeschriebenen Bildes mit jener Phase des Forelleneies, die von Öllacher als „das Stadium des querovalen Embryonalschildes“ [1] beschrieben wird, geradezu eine frappante zu nennen. Daselbst finden wir an der schon vorher verdickten Stelle des Keimwulstes eine knopfförmige Erhabenheit, „Öllacher's Schwanzknospe“; diese steht in Verbindung mit dem zugespitzten hinteren Ende des „querovalen Embryonalschildes“, dessen Axe von der beginnenden Rückenfurche durchzogen wird.

Die zahlreichen Analogien, die das Ei der Knochenfische mit dem Vogeleie bietet, sind schon früheren Beobachtern aufgefallen und weil diese die Entwicklung des Primitivstreifens beim Vogelei für eine centrale hielten, wurden sie veranlasst, auch beim Knochenfischei in dieser Richtung zu suchen.

Sehr interessant ist eine diesbezügliche Bemerkung Stricker's in seiner Arbeit „Untersuchungen über die Entwicklung der Bachforelle“, Wien 1865. Es heisst darin: „Coste, welcher die Zellenanhäufung in der Peripherie des Keimes kannte, sagte uns schon, dass die Entwicklung des Embryo bei Knochenfischen eine excentrische sei. Da indessen Coste den Embryo nicht früh genug abbildet, fand ich mich dennoch bewogen, die ersten Anfänge im Centrum zu suchen. Namentlich, nachdem ich die Höhle gefunden hatte, war es gar zu verlockend, die Decke mit dem Vogelkeime zu analogisiren. Ich habe mich indessen bald überzeugt,

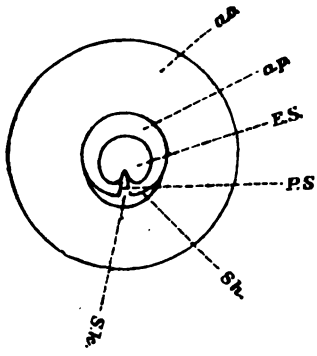
[1] Öllacher l. c. pag. 21, Taf. I, Fig. 8.

dass mein Suchen vergeblich sei. Die Decke wird in ihrer ganzen Ausdehnung so dünn, dass im centralen Theile nichts mehr zu hoffen übrig blieb. Eine Stelle des Randwulstes wird aber inzwischen auffallend dick, und das ist thatsächlich die Rückenanlage."

IV. Stadium des kurzen Primitivstreifens.

Ein 18—20 Stunden bei 31° bebrütetes Ei pflegt folgende Gestaltung der Keimscheibe zu bieten, die ich aber auch an Eiern antraf, die 12 Stunden bei 34° bebrütet worden waren. Die Grössenverhältnisse der Keimscheibe haben sich nicht wesentlich geändert. Um den äusseren Rand der *area opaca* geht, ihm in geringem Abstande folgend, eine weisse Kreislinie, wohl der erste Beginn der Halonenbildung (Tafel, Fig. 4 *A*, *H*). Der Sichelknopf tritt weniger hervor; der von seinem vorderen Rande ausgehende Fortsatz ist länger und breiter geworden, erstreckt sich etwa durch das hintere Drittel der *area pellucida*, sitzt hinten breit und ohne merkliche Grenze dem Sichelknopf auf und lauft nach vorne spitz aus. Die dem Embryonalschild entsprechende weisse Trübung hat sich vom hinteren Theile der *area pellucida* entfernt und umgibt nur halbkreisförmig das vordere Ende des genannten Fortsatzes, der sich nun deutlich als Primitivstreifen manifestirt.[1] (Vgl. Tafel, Fig. 4 *A*, *P. S.*)

Contouren des IV. Stadiums.



P. S. Primivstreifen.
Die übrigen Bezeichnungen wie im Vorigen.

Diese Phase ist ausserordentlich klar an gehärteten und gefärbten Chromsäurepräparaten zu erkennen.

---

[1] In diesem Stadium habe ich einige Male eine Varietät im Verlaufe des Primitivstreifens angetroffen. Derselbe verlief nicht median wie gewöhnlich, sondern seitlich in einer Richtung, die seiner normalen Lage parallel war, so dass er vollständig einer Keimscheibenhälfte angehörte; dabei wich er immer von der geradlinigen Form ab und sah wie gebogen aus. (Vgl. Tafel, Fig. IV *B*) Solche gebogene Primitivstreifen werden auch von Dursy, allerdings aus späteren Stadien abgebildet. (Dursy, Primitivstreifen des Hühnchens, Taf. I, Fig. 4, 6, 7, 8.)

Längs- und Querschnitten untersucht; ich habe daraus reiches Material für eine Topographie der Keimscheibe in den einzelnen Stadien gewonnen und mit vollster Sicherheit constatiren können, dass einer bestimmten Gestaltung des Flächenbildes ein bestimmter Aufbau der Keimscheibe entspricht. Gleichwohl erachte ich es für nothwendig, bevor ich mich berechtigt halte, über die Vorgänge der Keimblätterbildung ein Urtheil auszusprechen, durch Wiederaufnahme meiner Untersuchungen im nächsten Frühjahr, die bereits erworbenen Erfahrungen in einigen Punkten zu ergänzen und zu festigen. Dann will ich den zweiten Theil meiner Arbeit publiciren.

Ich schliesse daher diese Abhandlung mit der Formulirung des einen Satzes, welcher sich aus der Beobachtung der Flächenbilder ergibt; dieser Satz lautet: Die Entwicklung des Primitivstreifens beginnt im Hühnerkeime excentrisch, an der Peripherie des Fruchthofes; sie beginnt an einer verdickten Stelle des Randwulstes. Die excentrische Entwicklung im Hühnerkeime findet ihre Analogie in dem Forellenkeime; die verdickte Stelle im Hühnerkeime scheint ein Analogon der Schwanzknospe im Forellenkeime zu sein.

Fig. I.

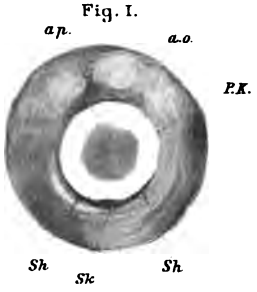


Fig. II.

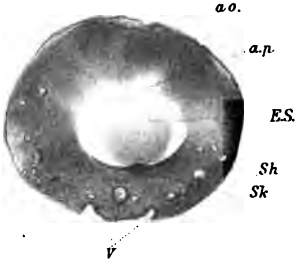


Fig. III.

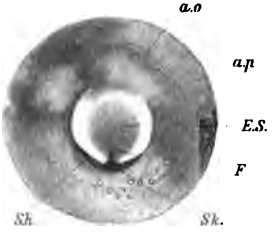


Fig. IV A.

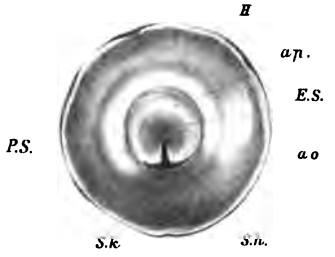


Fig. IV B.

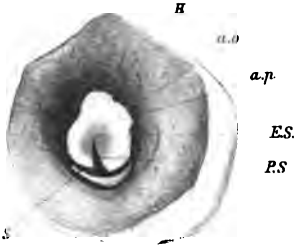
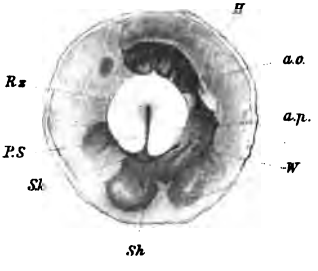


Fig. V.



Gez.v.Verf. lith.v.Dr J.Heitzmann. K.k.Hof-u Staatsdruckerei

Sitzungsb. d.k.Akad. d.W. math.nat. Cl.LXXX. Bd.III. Abth. 1879.

Erklärung der lithogr. Tafel.

Fig. 1. *a. o. area opaca.*
a. p. area pellucida.
P. K. Pander'scher Kern des Hahnentritts.
S. K. Sichelknopf.
S. h. Sichelhörner.

Fig. 2. *a. o., a. p., S. K., S. h.* wie im Vorigen.
E. S. Embryonalschild.
V. Vacuolen.

Fig. 3. *a. o., a. p., S. K., S. h., E. S.* wie im Vorigen.
F. Fortsatz des Sichelknopfes.

Fig. 4 *A.* *a. o., a. p., S. K., S. h., E. S.* wie im Vorigen.
P. S. der kurze Primitivstreifen.
H weisse um die *area opaca* laufende Kreislinie.

Fig. 4 *B.* stellt dasselbe Stadium dar wie Fig. 4 *A*, allein in einer Varietät. Die Sichel gehört dem Bereiche der *area pellucida* an; auch verlauft der Primitivstreif etwas seitlich und gebogen. Die Bezeichnungen wie in Fig. 4 *A*.

Fig. 5. *a. o., a. p., P. S., S. K., S. h., H* wie im Vorigen.
Rz. Köllik er's Randzone des Primitivstreifens.
W. weisse Flecken, welche Formationen des unter der Keimscheibe liegenden weissen Dotters ihre Entstehung verdanken.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE CLASSE.

LXXX. Band.

DRITTE ABTHEILUNG.

10.

Enthält die Abhandlungen aus dem Gebiete der Physiologie, Anatomie, und theoretischen Medicin.

XXV. SITZUNG VOM 4. DECEMBER 1879.

Der Präsident gibt Nachricht von dem am 5. November erfolgten Ableben des ausländischen correspondirenden Mitgliedes dieser Classe Herrn James Clerk Maxwell, Professors der Physik an der Universität in Cambridge.

Die Anwesenden erheben sich zum Zeichen des Beileids von ihren Sitzen.

Herr Prof. Dr. C. B. Brühl in Wien übermittelt für die akademische Bibliothek die Fortsetzung seines Werkes: „Zootomie aller Thierclassen". (Lief. 14 und 15).

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung des Herrn A. Migotti, Assistenten der höheren Mathematik an der technischen Hochschule in Wien: „Über die Strictionslinie des Hyperboloides als rationale Raumcurve vierter Ordnung."

Herr Prof. Dr. Sigmund Mayer in Prag übersendet folgende Mittheilung: „Über Degenerations- und Regenerationsvorgänge im unversehrten peripherischen Nerven."

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie royale des sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique: Bulletin. 48e année. 2e série, tome 48. Nrs. 9 u. 10. Bruxelles, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift (nebst Anzeigen-Blatt). XVII. Jahrgang, Nr. 33 und 34. Wien, 1879; 4°.

Archiv für Mathematik und Physik. LXIV. Theil, 3. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

Astronomische Nachrichten. Band 96; 5, 6 & 7. Nr. 2285 bis 2287. Kiel, 1879; 4°.

Bibliothèque universelle: Archives des Sciences physiques et naturelles. 3e Période. Tome II. Nr. 10. — 15. Octobre 1879. Genève, Lausanne, Paris, 1879; 8°.

British Museum: Descriptions of new Species of Hymenoptera by Frederick Smith. London, 1879; 8°.

Brühl, Professor: Zootomie aller Thierclassen. 14. u. 15. Lieferung. Wien, 1880; gr. 4.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1876. III. und IV. Heft. Wien, 1879; 8°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. III. Jahrgang. Nr. 47 u. 48. Cöthen, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. Tome LXXXIX. Nrs. 18, 19 und 20. Paris, 1879; 4°.

Gesellschaft, k. k. der Ärzte in Wien: Medizinische Jahrbücher. Jahrgang 1879. 3. u. 4. Heft. Wien; 8°.

— deutsche chemische: Berichte. XII. Jahrgang. Nr. 17. Berlin 1879; 8°.

— naturwissenschaftliche, „Isis", in Dresden: Sitzungsberichte. Jahrgang 1879. Januar bis Juni. Dresden; 8°.

Gewerbe-Verein, n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrg. Nr. 45, 47 und 48. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- und Architekten-Verein, österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 46, 47 & 48. Wien, 1879; 4°.

— — Zeitschrift. XXXI. Jahrgang. XI. Heft. Wien, 1879; gr. 4°.

Journal of Otologie, the American: Vol. I. Nrs. 1, 2, 3 und 4. New-York, 1879; 8°.

— für praktische Chemie. N. F. Bd. XX. Nr. 15, 16, 17 und 18 Leipzig, 1879; 8°.

— the American of Science and Arts. Vol. XVIII. Nr. 107. November, 1879. New-Haven, 1879; 8°.

Mittheilungen aus J. Perthes' geographischer Anstalt, von Dr. A. Petermann. XXV. Band, 1879. XI. Gotha, 1879; 4°.

Mocenigo, Giovanni: Meteorologia. Le oszilazioni della colonna liquida del barometro rese manifeste a minime ed a grandi distanze da un galvanometro per la corrente elettrica della pila. Bassano, 1879; 8°.

Nature. Vol. 21. Nos. 525 und 526. London 1879; 4°.

Nipher, Francis, E.: On the Variation in the strength of a muscle, — On a new Form of Lantern-Galvanometer. 8°.

Osservatorio reale di Brera in Milano: Publicazioni. Nr. 14. Milano, 1879; 4°.

Plantamour, E. et le Colonel von Orff: Détermination télégraphique de la différence de Longitude entre les Observatoires de Genève et de Bogenhausen près Munich exécutée en 1877. Genève—Bale—Lyon. 1879: 4°.

Preudhomme de Borre, A.: Note sur le Breyeria Borinensis. 1879; 8°.

Repertorium für Experimental-Physik und physikalische Technik etc., von Dr. Ph. Carl. XV. Bd., 11. Heft. München, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger." IXe année, 2e série. Nrs. 21 und 22. Paris, 1879; 4°.

Société Belge de Microscopie: Bulletin. V^e année. Nos. XII und XIII. Bruxelles, 1879; 8°.

— botanique de France: Bulletin. Tome XXVI. 1879. Comptes rendus des séances. 1. Paris, 1879; 8°. — Revue bibliographiques. C. Paris, 1879; 8°.

— des Sciences de Nancy: Bulletin. Série II. Tome IV. Fasc. VIII. XIe année 1878. Paris, 1878; 8°.

Society, the royal geographical: The Journal. Vol. XLVIII. 1878. London; 8°.

— — and monthly Record of Geography: Proceedings. Vol. I. Nr. 11. November 1879. London; 8°.

— the American philosophical: Proceedings. Vol. XVIII. Nr. 102. July to December 1878. Philadelphia, 1878; 8°.

— the royal geological of Ireland: Journal. Val. V, part. II. London, Dublin, Edinburgh, 1879; 8°.

Stevenson, John J.: Second geological Survey of Pennsylvania 1876. Part. I. Harrisburg, 1877; 8°. — 1877. Part. II. Harrisburg, 1878; 8°.

Tommasi, D. Dr.: Sur la Non-Existance de l'Hydrogène naissant. Saint Denis; 8°. — Sull' Equilibrio termico nelle azioni chimiche. Firenze, 1879; 8°. — Reduction du Chlorure d'Argent. Florence; 8°. — Recherches sur la constitution des

Hydrates ferriques. Florence; 8°. — Nuove prove in conferma alla Teoria termica sullo stato nascente dell'Idrogeno. Firenze, 1879; 8°.

Welch, L. B. Dr. and J. M. Richardson: An illustrated Description of Pre-historic Relics found near Wilmington, Ohio. Wilmington, 1879; 8°.

Verein, naturhistorischer, der preussischen Rheinlande u. Westfalens: Verhandlungen. XXXV. Jahrgang. II. Hälfte. Bonn 1878; 8°. XXXVI. Jahrgang. I. Hälfte. Bonn, 1879; 8°.

— militär-wissenschaftlicher, in Wien: Organ. XIX. Bd. 4. Heft 1879. Wien; 8°.

Vereeniging nederlandsche dierkundige: Tijdschrift. Deel IV. 3de en 4de Aflevering. Leiden, 1879; 8°.

Wiener Medizinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 47 und 48. Wien, 1879; 4°.

Zoologische Station zu Neapel: Mittheilungen und zugleich ein Repertorium für Mittelmeerkunde. I. Band, 4. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

XXVI. SITZUNG VOM 11. DECEMBER 1879.

Das k. und k. Ministerium des Äussern übermittelt mit Note vom 5. December den folgenden Bericht des k. und k. Consuls Herrn F. Micksche in Canea über ein am 10. November d. J. dortselbst beobachtetes Phänomen von Meeressäulen, sogenannten Tromben.

Das w. M. Herr Hofrath R. v. Hochstetter übermittelt das vom Director des Canterbury-Museum und Professor der Geologie des Canterbury College (New Zealand University) Herrn Dr. Jul. v. Haast veröffentlichte Werk: „Geology of the Provinces of Canterbury and Westland, New Zealand".

Das c. M. Herr Prof. E. Weyr übersendet eine Abhandlung: „Über dreifach berührende Kegelschnitte einer ebenen Curve dritter Ordnung und vierter Classe".

Das c. M. Herr Prof. Stricker übersendet eine Abhandlung des Privatdocenten Dr. N. Weiss aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie: „Untersuchungen über die Leitungsbahnen im Rückenmarke des Hundes".

Herr Prof. Stricker übersendet ferner eine Abhandlung des Herrn Dr. Gustav Gaertner aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien: „Ein Beitrag zur Theorie der Harnsecretion".

Der Secretär legt folgende eingesendete Abhandlungen vor:

1. „Über eine neue Isomere der Gluconsäure", von Herrn M. Hönig in Brünn.
2. „Über Chordalebenen projectivischer Kugelsysteme", von Herrn Norbert Herz in Wien.

Herr Prof. Franz Exner legt eine Abhandlung vor, betitelt: „Zur Theorie der inconstanten galvanischen Elemente".

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Academia real de ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habana: Anales. Entrega 183. Tomo XVI. Octubre 15. Habana, 1879; 8°. — Entrega 184. Tomo XVI. Noviembre 15. Habana, 1879; 8°.

Académie de Médecine: Bulletin. Nrs. 44, 45 und 47. Paris, 1879; 8°.

— Impériale des sciences de St. Pétersbourg: Mémoires. VIIe série. Tome XXVI. Nrs. 5—11. St. Pétersbourg 1878 bis 1879; 4°.

— — Bulletin. Tome XXV. Nos. 4 und 5. St. Pétersbourg, 1879; 4°.

— — Mémoires. (Zapiski.) Tome XXXII. Nos. 1 und 2. St. Pétersburg, 1878; 8°. Tome XXXIII. u. XXXIV. St. Pétersbourg, 1879; 8°.

Akademie, kaiserlich Leopoldino-Carolinisch-Deutsche der Naturforscher: Leopoldina. Heft XV. Nr. 21—22. Halle a. S., 1879; 4°.

— der Wissenschaften, königl. Preuss. zu Berlin. Monatsbericht. Juli und August 1879. Berlin; 8°.

Beobachtungen, Schweizer. meteorologische. XIV. Jahrgang, 1877: 5. u. 6. Lieferung. Bern; 4°. XV. Jahrgang, 1878: 4. Lieferung. Bern; 4°. XVI. Jahrgang, 1879: 1. Lieferung. Bern; 4°.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang III. Nr. 49. Cöthen, 1879; 4°.

Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences. Tome LXXXIX, Nr. 21. Paris, 1879; 4°.

Folie, F.: Éléments d'une Théorie des Faisceaux. Bruxelles, 1878; 8°. — Principe de la Théorie des Faisceaux. Bruxelles, 1878; 8°. — Addition à notre rapport sur la Note de M. F. Sautreaux; 8°.

Gesellschaft, deutsche für Natur- und Völkerkunde Ostasiens: Mittheilungen. 12. und 18. Heft. Yokohama, 1877 bis 1879; 4°.

— naturforschende in Zürich: Vierteljahresschrift. XXIII. Jahrg. 1—4. Heft. Zürich, 1878; 8°.

Haast, Julius von: Geology of the Provinces of Canterbury and Westland, New-Zealand. Christchurch, 1879; 8°.

Heidelberg, Universität: Akademische Schriften pro 1878/79. 12 Stücke. 8° und 4°.

Hortus petropolitanus: Acta. Tomus VI. Fasciculus I. St. Petersburg, 1879; 8°.

Nature. Vol. XXI. Nr. 527. London, 1879; 4°.

Pucini, Filippo Dott.: De processo morboso del Colera asiatico del suo stadio di morte apparente e della legge matematica da cui è regolato. Memoria. Firenze, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". IXe année, 2e série, No. 23. Paris. 1879; 4°.

Schomburgk, Richard Dr.: On the Urari: The deadly arrow-poison of the Macusis, an Indian tribe in British Guiana. Adelaide, 1879; 8°. — On the naturalised weeds and other plants in South Australia. Adelaide, 1879; 8°.

Société géologique de Belgique: Annales. Tome V. 1877—78. Berlin, Liège, Paris, 1878; 8°.

Society the Asiatic of Japan: Transactions. Vol. VI. part. III. Yokohama, Shanghai, London, New-York, 1878; 8°. — Vol. VII. parts. 1—3. Yokohama, Shanghai, London, New-York, 1879; 8°.

Trois, E. Filippo: Contribuzione allo studio del sistema linfatico dei teleostei. Venezia, 1878; 8°.

Verein für Naturkunde zu Zwickau: Jahresbericht 1878. Zwickau, 1879; 8°.

Wiener medizin. Wochenschrift. XXIX. Jahrgang, Nr. 49. Wien, 1879; 4°.

Wolf, Rudolf: Geschichte der Vermessungen in der Schweiz als historische Einleitung zu den Arbeiten der schweizerischen geodätischen Commission. Zürich, 1879; 4°.

Untersuchungen über die Leitungsbahnen im Rückenmarke des Hundes.

Vom Privat-Docenten **Dr. N. Weiss.**

(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.)

Die Veranlassung zu der nachfolgenden Untersuchung wurde durch Experimente an Hunden gegeben, welche lediglich angestellt wurden, um die von Brown-Sequard und einigen seiner Vorgänger bei Hemisectionen des Rückenmarkes gemachten Erfahrungen zu bestätigen. Bekanntlich hat dieser Autor durch eine grosse Reihe von Hemisectionen des Rückenmarkes und mittelst Beobachtungen am Krankenbette den Nachweis zu liefern gesucht, dass beim Menschen und den meisten Säugethieren eine vollständige Kreuzung der sensiblen Fasern gleich nach dem Eintritte der letzteren in das Rückenmark stattfinde. Die motorischen Fasern sollten hingegen einen derartigen Verlauf nehmen, dass im Rückenmarke die für die eine Körperhälfte bestimmten Fasern auf derselben Seite verlaufen und erst in der Medulla oblongata auf die andere Seite hinüberziehen. Schon die ersten daraufhin angestellten Versuche führten zu der Erfahrung, dass, beim Hunde wenigstens, dieser Verlauf der motorischen und sensiblen Bahnen im Rückenmarke nicht statthaben könne. Diese ersten Experimente veranlassten mich, die fragliche Angelegenheit einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen, zumal bereits Schüler Carl Ludwig's, und zwar Miescher, Nawrocky, Ditmar und insbesondere Woroschiloff[1] am Kaninchenlendenmark Erfahrungen gemacht hatten, welche sich mit den von Brown-Sequard vorgetragenen Anschauungen durchaus nicht in Einklang bringen lassen.

---

[1] Der Verlauf der motorischen und sensiblen Bahnen durch das Lendenmark des Kaninchens, Leipzig 1874.

Wir haben nun zu unseren Versuchen nicht Kaninchen, sondern Hunde gewählt, weil wir glaubten, dass unsere Methode an Hunden besser durchzuführen sei. Der Grundzug unserer Methode besteht darin, dass wir die Thiere möglichst lange Zeit nach der Operation am Leben erhielten, um uns über dauernde oder transitorische Störungen sicher orientiren zu können.

Solche Methoden sind schon von Schiff, von G. Piccolo und Santi Sirena in Anwendung gezogen worden.

Indessen haben wir die Erscheinungen an den genesenen Thieren anders ausgewerthet, als es bei den genannten Forschern der Fall war.

Zu unseren Versuchen wurden stets junge Hunde verwendet, und im Ganzen an 18 Thieren die halbseitige Durchschneidung des Rückenmarkes vorgenommen. Die Stelle, an welcher der Rückenmarkschnitt angelegt wurde, war stets die Grenze zwischen Brust- und Lendenmark. Diese Stelle wurde deshalb gewählt, weil bei so abgetrenntem Rückenmarke die Lähmung noch immer sehr deutlich in die Erscheinung tritt, ohne dass es zu so hochgradigen Störungen kommt, dass dadurch die Abheilung der gesetzten Wunde erschwert oder gar unmöglich gemacht wird.

Zum Behufe der Operation wurde das Thier stets chloroformirt. Nach Eröffnung des Wirbelcanals wurde das Terrain so weit frei gemacht, dass das von seinen Häuten umhüllte Rückenmark in der Ausdehnung von 2 — 3 Ctm. in der Länge und in seiner ganzen Breite blosslag. Hierauf wurde die Dura der Länge nach gespalten und, durch beiderseits geführte seitliche Einschnitte, das Rückenmark, soweit dies die gesetzte Knochenwunde möglich machte, blossgelegt.

In einigen Fällen wurde nun ein Beer'sches Messer parallel zur hinteren Medianfurche des Rückenmarkes in diese Furche eingestochen und die Spitze desselben in der vorderen knöchernen Wand des Wirbelcanals fixirt. Nachdem in dieser Weise eine vollständige Trennung des Rückenmarkes in zwei Seitenhälften vorgenommen worden war, wurde mit einem Bistouri unter steter Fixirung des Beer'schen Messers zwischen dem letzteren und dem medialen Rande der Rückenmarksseitenhälfte eingestochen und bald nach der einen, bald nach der anderen Seite aus-

gestochen, je nachdem man eine rechts- oder linksseitige Hemisection am Rückenmarke vornehmen wollte.

Bei dieser Methode kam es häufig zu schwer stillbaren Blutungen, indem beim Einstiche in die vordere Wand des Wirbelcanals, ebenso wie beim Ausstechen aus dem Rückenmarke zum Behufe der Durchschneidung der einen Seitenhälfte die an der Vorderseite des Wirbelcanals gelegenen Venen verletzt wurden. Hiedurch wurde die rasche Schliessung der Wunde verzögert und aus diesem Grunde ein anderes Verfahren eingeschlagen, bei welchem diese Blutung auf ein Minimum reducirt oder ganz vermieden wurde.

Es wurde nämlich, statt dass sofort nach Blosslegung des Rückenmarkes mit dem Beer'schen Messer in die Medianebene desselben eingestochen wurde, vorher zwischen vorderer Fläche des Wirbelcanals und vorderer Fläche des Rückenmarkes eine Messingplatte eingeschoben und das Rückenmark aus seinem Canale herausgehoben. Hierauf erst wurde mit dem Beer'schen Messer in der Ebene der hinteren Medianfurche eingestochen und, wie bereits geschildert, vorgegangen.

Dieses Operationsverfahren führte sowohl was die Vollständigkeit der Durchschneidung, als was die Geringfügigkeit der Blutung betrifft, zu dem gewünschten Resultate und wurde deshalb für die späteren Fälle beibehalten.

Nach sorgfältiger Reinigung der Wunde wurden die Ränder der Haut mittels Knopfnähten vereinigt.

War das Thier aus der Narkose erwacht, so wurde in einigen Fällen sofort die Prüfung der Sensibilität und Motilität an den unteren Extremitäten vorgenommen. Diese ergab gewöhnlich fast vollständigen und ziemlich gleichmässigen Verlust der Sensibilität und Motilität auf beiden Seiten, niemals auch nur näherungsweise diejenigen Erscheinungen, welche Brown-Sequard und Andere nach Hemisectionen des Rückenmarkes beobachtet haben. In der Mehrzahl der Fälle wurde jedoch von der Untersuchung des Thieres gleich nach der Narkose abgesehen, da ja dem Resultate derselben begreiflicherweise wenig Werth beigelegt werden kann und erst 1 — 2 Tage nach der Operation, wo das Thier sich bereits vollständig von der Narkose und dem

schweren Eingriffe erholt hatte, dasselbe einer genauen Untersuchung unterzogen.

Diese constatirte in der Regel eine mehr oder weniger vollständige Beweglichkeit des Beines auf der unverletzten Seite, während das Bein auf der Seite der Hemisection sich als vollständig gelähmt erwies, so dass es bei Bewegungen des Thieres, im Knie- und Hüftgelenke gestreckt und dabei stark adducirt, nachgeschleppt wurde. Die Sensibilität an den Hinterbeinen, welche durch Druck auf die Pfoten, Kneipen von Hautfalten und mittelst des faradischen Stromes geprüft wurde, erwies sich stets beiderseits gleich, jedoch war sie allenthalben gegenüber der an den Vorderbeinen nachweisbaren etwas herabgesetzt. In ähnlicher Weise verhielten sich die Reflexe. In keinem Falle liess sich an dem gelähmten Beine zu irgend welcher Zeit nach der Operation eine deutliche Hyperæsthesie nachweisen, welche ja bekanntlich von Brown-Sequard als eine in allen Fällen beobachtete, typische Erscheinung bei hemisecirten Thieren hervorgehoben wird.

In den nächsten Tagen nach der Operation änderte sich das Symptomenbild nur wenig, am Ende der ersten Woche jedoch, in manchen Fällen erst in der zweiten oder dritten Woche liess sich in den, wie die Section ergab, gut operirten Fällen eine Veränderung in der Motilität der Beine constatiren. Es traten nämlich allmälig willkürliche Bewegungen an der früher vollständig gelähmten und in der geschilderten Weise contrahirten Extremität ein, so dass diese sich bei combinirten Bewegungen des Thieres activ betheiligte. In manchen Fällen nahm die Beweglichkeit des früher gelähmten Beines im Laufe von 3—4 Wochen nach der Operation soweit zu, dass es manchmal schwer wurde, zu entscheiden, welche der beiden unteren Extremitäten die beweglichere sei, indem das früher gelähmte Bein beim Stehen, Gehen und Laufen ganz normal bewegt wurde und nur bei sehr raschen Bewegungen (Herumjagen im Zimmer) liess sich ein Defect insoferne constatiren, als das Thier manchmal nach der früher gelähmten Seite hin umkippte.

In Bezug auf die Sensibilität und Reflexerregbarkeit an den unteren Extremitäten trat keine weitere Veränderung ein.

Bei einigen Thieren trat keine Wiederherstellung der Motilität des gelähmten Beines auch nach Ablauf mehrerer

Wochen ein und in solchen Fällen handelte es sich, wie die Obduction ergab, stets um beträchtliche Zerstörungen in der ganzen oder grössten Ausdehnung des betreffenden Rückenmarksquerschnittes. In den Fällen der ersteren Art trat einige Male spontan der lethale Ausgang ein und es wurde dann die Section vorgenommen, das Rückenmark herauspräparirt und in einer $^1/_4\%$ Chromsäurelösung zur späteren Untersuchung aufbewahrt. In einem dieser Fälle liess sich ein sehr intensiver und ausgebreiteter Darmkatarrh als nächste Todesursache constatiren, in den anderen liess sich eine directe Todesursache nicht nachweisen und musste dieselbe bei diesen Thieren in dem durch die langdauernde Eiterung der Wunde gesetzten Marasmus gesucht werden. In den meisten Fällen dagegen konnte das Thier durch längere Zeit (bis 9 Wochen) am Leben erhalten werden.

Liess sich nun an dem früher gelähmten Beine keine weitere Besserung der Motilität constatiren, so wurde in einigen Fällen das Thier curarisirt, die Sensibilität an den unteren Extremitäten durch die bei Ischiadicusreizung eintretende Blutdrucksteigerung, die Motilität der Beine durch Halsmarkreizung geprüft und dann erst das Thier getödtet und secirt. Diese Prüfung lieferte, nebenbei erwähnt, stets ein den im Leben beobachteten Verhältnissen analoges Resultat. Das Rückenmark sammt seinen Häuten wurde in einer $^1/_4\%$ Chromsäurelösung zur späteren genaueren Untersuchung aufbewahrt. Nach 8tägigem Belassen des Rückenmarkes in dieser Lösung war es bereits so hart geworden, dass nun an die Abpräparirung der Meningen gegangen werden konnte, wonach die am Rückenmarke gesetzte Läsion in so klarer Weise sich darstellte, dass von einer weiteren, mikroskopischen Untersuchung abgesehen werden konnte. Liess sich jedoch die Läsion nicht so deutlich nachweisen, so wurde in jedem Falle durch eine genaue mikroskopische Untersuchung der makroskopische Befund controlirt.

Ich will nun einige der klarsten Fälle hier ausführlich mittheilen.

1. Ein junger Fleischerhund wurde am 12. Mai 1878 an der Grenze zwischen Lenden- und Brustmark auf der rechten Seite hemisecirt.

12. Mai. Das linke Hinterbein wird, während das Thier in halbaufrechter Stellung sitzt, in Knie- und Fussgelenke gebeugt, während das rechte Hinterbein im Knie- und Fussgelenke gestreckt und adducirt erscheint. Das rechte Hinterbein ist vollständig gelähmt, an dem linken werden active Bewegungen bemerkt. Beide Beine sind empfindlich, mässiger Druck auf die Fusssohlen ruft sofort Winseln hervor.

25. Mai. Das Thier geht vollkommen aufrecht, ist aber mit den hinteren Extremitäten unsicher. Es schwankt beim Gehen mit den Hinterbeinen bald nach rechts, bald nach links. Bei ruhigem Stande hält es die Hinterbeine nicht selten gekreuzt, und zwar hängt die Kreuzung von der abnormen Stellung (Adduction) des rechten Hinterbeines ab. Zuweilen ist man im Zweifel, welche hintere Extremität die weniger gut bewegliche ist, doch fällt das Urtheil in der Regel zu Ungunsten des rechten Hinterbeines aus. Die Sensibilität ist beiderseits erhalten und gleich.

31. Mai. Der Hund bewegt beide Beine ganz gut, so dass zeitweise keine Abnormität bemerkbar wird, sowie man aber den Hund herumjagt, zeigt sich die Insufficienz des rechten Beines, indem dieses manchmal etwas nachgeschleppt wird. Bei Druck auf die Hinterpfoten treten beiderseits ziemlich gleichstarke Reflexe im Hinterbeine auf, bei etwas stärkerem Drucke Abwehrbewegungen und Winseln, ganz so wie an den Vorderbeinen. Die Wunde ist fast ganz vernarbt.

6. Juni. Beide Hinterbeine werden gut bewegt. Das linke jedoch besser als das rechte. Bei Druck auf die Hinterpfoten treten Reflexe in den Hinterbeinen auf, jedoch keine in den Vorderbeinen, bei gleich starkem Drucke auf die Vorderbeine tritt Winseln auf. Bei elektrischer Reizung an den unteren Extremitäten mit schwachen faradischen Strömen tritt sofort Winseln ein.

17. Juni. Die Beweglichkeit ist an beiden Hinterbeinen fast vollkommen normal, nur lässt das rechte zeitweise beim Laufen eine geringe Abnormität bemerken, indem dieses Bein nicht so ausgiebig und schnell wie das linke bewegt wird. Sensibilität beiderseits gleich.

24. Juni. Status idem.

Am 12. Juli wird, da keine weitere Veränderung sich an dem Thiere constatiren lässt, dasselbe getödtet.

Die Section ergab eine vollständige Hemisectio dextra, zwischen den Schnittflächen war eine Falte der Dura mater spinalis gelagert, welche dieselben vollständig auseinander hielt.

2. Ein junger schwarzer Hund wurde am 24. Mai 1878 zwischen Lenden- und Brustmark linkerseits hemisecirt. Gleich nach dem Erwachen aus der Narkose bemerkte man, dass der Hund mit dem Hinterkörper mit Hilfe der rechten hinteren Extremität Bewegungen ausführte. Die an der rechten hinteren Extremität auftretenden Bewegungen erfolgen mit geringer Energie und Extensität; das linke Hinterbein ist vollständig gelähmt und wird nachgeschleppt. Die Sensibilität ist beiderseits gleich. Bei Druck mit den Händen auf die Hinterpfoten winselt das Thier.

25. Juni. Das rechte Bein wird ziemlich gut bewegt, das linke wird nachgeschleppt und nimmt an keiner Bewegung activ Theil. Sensibilität wie am Vortage.

31. Mai. Das rechte Bein fast intact in seiner Beweglichkeit, das linke Bein wird etwas nachgeschleppt, nimmt aber jetzt schon an activen Bewegungen Theil, so z. B. stützt sich das Thier beim Stehen auch auf dieses Bein. Sensibilität beiderseits gleich.

6. Juni. Das linke Bein wird wie normal bewegt, aber mit geringerer In- und Extensität, als das jetzt vollkommen intacte rechte Bein. Sensibilität zeigt gegen früher keine Veränderung.

11. Juni. Beide Extremitäten werden beim Gehen in ganz normaler Weise gebraucht. Beim Laufen erweist sich die linke hintere Extremität als die weniger bewegliche, jedoch bedarf es zur Constatirung dieser Thatsache grosser Aufmerksamkeit. Sensibilität beiderseits gleich. Reflexe treten links etwas deutlicher auf als rechts.

13. Juni. Mittag wird der Hund todt aufgefunden. Bei der Section fanden sich zunächst in den Dünndärmen reichliche blutigschleimige Massen. Das Rückenmark an der Stelle der Läsion mit den Wirbeln fest verwachsen und daselbst hemisecirt. Der Schnitt liegt deutlich klaffend vor und sind von der Mittellinie aus nach links hin der Hinterstrang, der Seitenstrang, die graue Axe und der weitaus grösste Antheil des linken Vorderstranges vollständig durchschnitten.

3. Ein junger schwarzer Hund wurde am 15. Juni 1878 zwischen Brust- und Lendenmark linkerseits hemisecirt. Am 17. Juni findet sich die linke hintere Extremität im Hüftgelenke gebeugt und adducirt, im Knie- und Fussgelenke gestreckt, dabei jeder activen Beweglichkeit beraubt. Das rechte Bein ist beweglich, aber nicht so wie normal, indem die In- und Extensität der damit ausführbaren Bewegungen eine herabgesetzte ist. Die Sensibilität ist beiderseits gleich, sowohl bei der Prüfung mittelst Druck auf die Fusssohlen oder von Hautfalten oder mit dem electrischen Strome. Reflexe treten beiderseits gleich ein. Lautes Winseln bei Reizung der Haut zwischen den Zehen mit mittelstarken faradischen Strömen.

24. Juni. Die linke hintere Extremität befindet sich in vollkommen normaler Stellung, so wie die rechte. Beim Gehen und Stehen wird die linke hintere Extremität ebenso gebraucht, wie die rechte (jetzt vollkommen normale), nur dass im ersteren Falle das linke Bein hie und da nachgeschleppt wird. Beim längeren Laufen ist die Insufficienz des linken Beines noch deutlicher, indem der Hund mit diesem Beine manchmal strauchelt und dasselbe zeitweise nachgeschleppt wird. Gleichwohl sind manche Bewegungen auch dieses Beines als vollständig normale zu bezeichnen. Sensibilität ist beiderseits gleich, gegenüber der an den Vorderbeinen nachweisbaren etwas herabgesetzt.

2. Juli. Status idem.

Am 7. Juli 1878 Morgens wird der Hund todt aufgefunden.

Bei der makroskopischen Untersuchung war es vollkommen deutlich ersichtlich, dass eine vollständige Hemisectio sinistra an der Grenze zwischen Lenden- und Brustmark stattgefunden hatte.

Aus den eben mitgetheilten Versuchen geht klar hervor, dass bei Hunden, an denen eine Hemisection des Rückenmarkes an der Grenze zwischen Brust- und Lendenmark vorgenommen wurde, die kurze Zeit nach der halbseitigen Durchschneidung auftretenden Störungen fast vollständig im Verlaufe von 2 — 4 Wochen verschwinden. Man findet nach dieser Zeit, dass die Sensibilität an beiden Hinterbeinen ein normales Verhalten zeigt und dass die Motilität an beiden unteren Extremitäten entweder, wie dies in einem Falle sich constatiren liess, vollständig erhalten ist oder an

der kurz nach der Hemisection gelähmten nur eine geringe Alteration gegenüber der Norm aufweist.

Es fragt sich nun, wie lassen sich diese Erscheinungen erklären? Zunächst muss in dieser Beziehung hervorgehoben werden, dass an Heilungsvorgänge im hemisecirten Antheile des Rückenmarkes nicht zu denken ist. Dagegen spricht mit Bestimmtheit der Befund am Rückenmarke selbst, indem in keinem der von mir beobachteten Fälle eine Wiederherstellung des Zusammenhanges zwischen den durch den Schnitt lädirten Nervenbahnen sich constatiren liess, sondern in der Regel die Schnittfläche so deutlich klaffte, dass über die Unterbrechung der Längsleitung in der einen Seitenhälfte des Rückenmarkes kein Zweifel bestehen konnte.

Es haben überdies bereits andere Autoren constatirt, dass in dieser Weise gesetzte Rückenmarkswunden nicht heilen, selbst wenn die Thiere Monate hindurch leben gelassen werden und es erwähnen G. Piccolo und Santi Sirena [1] unter vielen andern insbesondere eines Falles ihrer Beobachtung, wo ein im Dorsalmarke hemisecirter Hund 159 Tage nach der Durchschneidung am Leben erhalten wurde, ohne dass auch nur eine Andeutung eines Heilungsvorganges in diesem Sinne im Rückenmarke sich hätte nachweisen lassen, trotzdem die Beweglichkeit der unteren Extremitäten ebenso wie ihre Empfindung sich fast ganz wieder hergestellt hatten.

Es steht somit fest, dass eine Wiederherstellung der Leitung in den abgetrennten Nervenbahnen nicht stattgefunden hat.

Es fragt sich nun weiter, ob sich vielleicht andere neue Bahnen etablirt haben, welche die Function der durch den Schnitt getrennten übernehmen konnten. Auch darüber gibt die anatomische Untersuchung den gewünschten Aufschluss. Es geht nämlich aus der vollkommen normalen Beschaffenheit der intact gebliebenen Rückenmarkshälfte zur Evidenz hervor, dass eine solche Eventualität berechtigter Weise nicht in Betracht gezogen werden könne.

---

[1] Sulle ferite del Midollo spinale. Palermo 1876. Citirt nach einem Referate in den Schmidt'schen Jahrbüchern 1878, Bd. 177, S. 197.

Es könnte nun auch daran gedacht werden, dass durch den intacten Abschnitt der grauen Axe auf der nicht hemisecirten Seite eine Verbindung zwischen den durchschnittenen Rückenmarkssträngen hergestellt wird. Es ist dies bekanntlich eine Auffassung, welche durch Schiff auch noch in allerneuester Zeit vertreten wird, der so weit geht, zu behaupten, der Zusammenhang mit der kleinsten Brücke grauer Substanz genüge, um die sensible und motorische Leitung in einem sonst vollständig isolirten Rückenmarksabschnitte zu erhalten.

Gegen die Zulässigkeit dieser Anschauung hat Woroschiloff nach zahlreichen an Kaninchen ausgeführten Experimenten Einsprache erhoben. Meine Versuche, welche ich zur Klärung dieser Frage anstellte, haben nun, wie mir scheint, eine ganz entscheidende Antwort gebracht.

Der erste diesbezügliche Versuch wurde folgendermassen angestellt: Einem jungen Hunde wurde am 18. November 1879 das Rückenmark an der Grenze zwischen Brust- und Lendenmark so durchschnitten, dass nur der linke Seitenstrang und der linke Vorderstrang erhalten blieb; während die rechte Seitenhälfte, die ganze graue Axe und der linke Hinterstrang vollständig durchtrennt wurden.

Nach dem Erwachen aus der Narkose werden deutliche Bewegungen am linken Beine bemerkt. Das rechte Hinterbein erscheint gestreckt und adducirt. Die Sensibilität wurde nicht geprüft.

19. November. Das Thier ist munter, frisst. Die rechte hintere Extremität wird nachgeschleppt, sie ist in allen Gelenken passiv beweglich. Die linke hintere Extremität wird activ bewegt und beim Gehen vom Thiere zur Fortbewegung benützt. Druck auf die Hinterpfoten ruft rechts und links Winseln hervor. Ebenso tritt bei electrischer Reizung der Haut zwischen den Zehen und an der inneren Oberschenkelfläche beider Extremitäten mit mittelstarken faradischen Strömen lautes Winseln ein. Die vorderen Extremitäten verhalten sich gegen Druck und electrische Reize ganz so wie die hinteren.

20. November. Das linke Bein wird etwas besser bewegt als am Vortage; sonst Status idem.

23. November. Das Thier frisst, ist lebhaft. Eiterung stark. Die Beweglichkeit der linken unteren Extremität nimmt zu. Die

rechte ist gestreckt, im Hüftgelenke adducirt, unbeweglich. Sensibilität intact.

30. November. Thier munter, frisst. Die Beweglichkeit des linken Beines normal, das rechte noch immer gestreckt und adducirt, zeitweise sind jedoch an demselben active Bewegungen bemerkbar. Sensibilität normal.

3. December. Das linke Bein normal. An der rechten unteren Extremität hat die Adductionsstellung etwas nachgelassen, die Streckung in allen Gelenken persistirt; bei Bewegungen lassen sich ganz leichte Beugungen in allen Gelenken dieser Extremität constatiren.

7. December. Die linke untere Extremität normal. Die rechte untere Extremität wurde heute beim Ausschreiten fast normal gehalten, dabei, wenn auch mit geringerer In- und Extensität ebenso gut bewegt, wie die linke. Dies geschah jedoch nur während der ersten drei Schritte, später trat wieder leichte Adduction des Beines ein, beim Gehen liess sich jedoch ganz deutlich abwechselnd Beugung und Streckung in allen Gelenken des rechten Hinterbeines bemerken. Sensibilität normal.

9. December. An zwei über thalergrossen Stellen der Rückenhaut ist das Chorion blossgelegt. Das Thier frisst. Zeitweise steht es frei auf allen vier Extremitäten, wobei aber die hinteren Extremitäten wegen der noch immer vorhandenen Adductionsstellung des rechten Hinterbeines gekreuzt sind. Beim Gehen und Laufen wird das rechte Hinterbein activ mitbewegt. Sensibilität normal. Die Bewegungen des Schweifes normal.

Mit Rücksicht auf die aufgetretenen Excoriationen an der Rückenhaut wurde das Thier getödtet.

Die Section ergab zunächst, dass zwischen den Schnittflächen die stark verdickte Dura mater eingelagert war. Beim Herausziehen derselben liess sich nach vorsichtiger Entfernung der Pia auf das Deutlichste sehen, dass der linke Seitenstrang und die äussere Partie des linken Vorderstranges vollständig intact waren, während die graue Axe, sowie die Hinterstränge, der rechte Seitenstrang und Vorderstrang und der innerste Abschnitt des linken Vorderstranges vollständig durchtrennt waren.

Dieser Versuch lehrt also, dass ein Hund, bei welchem die Beziehungen zwischen Lenden- und Brustmark nur durch einen

Seitenstrang und den Vorderstrang derselben Seite (mit Ausschluss der grauen Axe) hergestellt waren, dennoch an beiden Hinterbeinen empfindlich war und die beiden hinteren Extremitäten und den Schwanz willkürlich bewegen konnte. Allerdings war in diesem Falle die Beweglichkeit der Extremität auf der verletzten Seite noch nicht vollständig hergestellt, aber sie war in allen Gelenken so ausgesprochen vorhanden, dass das Thier bei seinen willkürlichen Locomotionen sich stets des kranken Beines, wenn auch in abnormer Stellung, bediente.

Wie ein später mitzutheilender Versuch noch lehren wird, können wir auf die Erhaltung des Vorderstranges vorläufig gar kein Gewicht legen, wenn nicht in der Richtung, dass er dem erhaltenen Seitenstrange zur Stütze diente.

Es muss also mit Rücksicht auf den später mitzutheilenden Fall aus diesem Versuche der bestimmte Schluss gezogen werden, dass je ein Seitenstrang sensible und motorische Bahnen für beide Körperhälften enthält. Hinzugefügt muss jedoch werden, dass die Vertheilung der sensiblen Bahnen, insoweit es dieser Versuch lehrte, möglicher Weise eine gleichartige sein könnte, denn das Thier reagirte 24 Stunden nach der Operation auf Reize von jeder Hinterpfote aus in ziemlich gleicher Weise. Von den motorischen Bahnen hingegen müssen wir annehmen, dass sie ungleich vertheilt sind, dass je ein Seitenstrang für die gleichnamige Körperhälfte die Hauptmasse derjenigen willkürlichen Nervenbahnen führt, deren sich das Thier de norma bedient. Dafür spricht die complete Lähmung auf der verletzten Seite, die nahezu vollständige normale Beweglichkeit auf der unverletzten Seite am Tage nach der Operation. Andererseits muss geschlossen werden, dass je ein Seitenstrang zwar willkürliche Bahnen für die contralaterale Körperhälfte führt, aber entweder in nicht genügender Zahl oder von nicht genügender functioneller Bedeutung, und dass erst im Laufe der Reconvalescenz diese Bahnen an Zahl oder functioneller Dignität sich derart ändern, dass Willensimpulse auch zu der anderen Extremität geleitet werden. Nun habe ich schon früher darauf hingewiesen, dass die Annahme einer Nervenneubildung in dem intacten Strange durch die anatomische Untersuchung nicht unterstützt wird; es bleibt also insbesondere mit Rücksicht auf den

ganz klaren Sectionsbefund in dem letzterwähnten Falle keine andere Annahme übrig, als dass der letztere Theil der Alternative giltig ist. Mit anderen Worten, je ein Seitenstrang führt Bahnen der Willkür für die entgegengesetzte Körperhälfte, die an und für sich nicht ausreichen zu einer willkürlichen Bewegung, welche hiezu erst im Laufe von 1 — 2 Wochen ausreichend werden.

Die Annahme einer solchen vicariirenden Thätigkeit hat übrigens durchaus nichts Gezwungenes, indem zahlreiche Analoga dieser Erscheinung in der Nervenpathologie existiren. Ich verweise in dieser Beziehung zunächst auf die von Stricker gemachte Beobachtung, dass die nach Durchschneidnng des Rückenmarkes in der Brustgegend auftretende Erweiterung der Capillaren an den unteren Extremitäten nach und nach verschwindet, dass der Tonus der Gefässe wiederkehrt, trotzdem die Leitung im Rückenmarke nach wie vor unterbrochen bleibt. Es handelt sich dabei, wie dies Stricker zur Evidenz dadurch erwiesen hat, dass er den wiederhergestellten Tonus durch einen höher oben geführten Schnitt noch einmal zum Verschwinden brachte, um einen Ersatz der ausgefallenen Function durch Nervenfasern, deren Centren im Brustmarke und zum Theile auch im Halsmarke gelegen sind. Stricker hat diesen Vorgang mit dem Namen der collateralen Innervation belegt.

Ganz ähnliche Erfahrungen haben auch andere Autoren bei Versuchen am Grosshirn gemacht, indem sie die Thatsache feststellten, dass die nach Zerstörung bestimmter Theile des Hirns auftretenden Innervationsstörungen nach und nach vollständig verschwinden. Auch für diese Fälle bekennen sich die Autoren allenthalben zu der Anschauung, dass sich eine vicariirende Thätigkeit der entsprechenden Partien der intacten Hemisphäre hergestellt haben müsse.

Es dürfte demnach die Annahme gerechtfertigt erscheinen, dass auch in unseren Beobachtungen die Wiederherstellung der Motilität in dem früher vollständig gelähmten Beine auf eine solche collaterale Innervation zu beziehen sei, welche, wie bereits früher erörtert wurde, von der intact gebliebenen Seitenhälfte (resp. dem Seitenstrange) besorgt wird.

Wenn es indessen auch festgestellt ist, dass je ein Seitenstrang Bahnen für die beiden Körperhälften enthält, so ist damit immer noch nicht ausgeschlossen, dass die graue Axe leitet, und immer noch nicht ausgeschlossen, dass, bei den nur hemisecirten Thieren, die eine Hälfte der grauen Axe sich an der Wiederherstellung der Function des gelähmten Beines betheiligte.

Eine Reihe von Versuchen, welche wir zur Lösung dieser Frage anstellten, sind jedoch der Annahme von der Leitung der grauen Axe sehr wenig günstig.

Bei zwei Hunden wurde in der früher geschilderten Weise eine rechtsseitige Hemisection vorgenommen. Nachdem bei dem einen im Verlaufe von 25 Tagen, bei dem zweiten nach 41 Tagen eine fast vollständige Wiederherstellung der Sensibilität und Motilität an den unteren Extremitäten eingetreten war, wurde nun eine linksseitige Hemisection um einen Wirbel oberhalb der früheren Läsionsstelle ausgeführt. In beiden Fällen trat nun vollständige Lähmung und Anästhesie an den unteren Extremitäten, Blasen- und Mastdarmlähmung auf. Diese Erscheinungen persistirten und wurden, da keine Änderung im Symptomenbilde eintrat, im ersten Falle nach 15, im zweiten nach 6 Tagen die Thiere getödtet und dann die folgende Untersuchung vorgenommen.

Es wurde das Thier curarisirt und nach Durchschneidung der Vagi die Ischiadici und die Plexus brachiales beiderseits gereizt. Die Reizung der Ischiadici hatte absolut keine Blutdrucksteigerung zur Folge, die der Plexus brachiales eine sehr deutliche. Hierauf wurde das Halsmark blossgelegt und electrisch gereizt. Es trat deutliche Zuckung in den Vorderbeinen, keine Spur von Zuckung in den Hinterbeinen ein. Endlich wurde das Lendenmark selbst electrisch gereizt und die jetzt in den unteren Extremitäten auftretenden heftigen Zuckungen überzeugten uns davon, dass das Leitungshinderniss nicht in dieser Partie des Rückenmarkes, sondern in der durch die doppelte Hemisection gesetzten vollständigen Unterbrechung der Leitung in den weissen Strängen zu suchen sei.

In einem dritten Falle wurde am 25. November 1879 bei einem jungen Hunde der rechte Seitenstrang, der linke Seitenstrang fast ganz und die Hinterstränge beiderseits durchschnitten.

Am 26. November zeigten die unteren Extremitäten keinerlei Beweglichkeit. Energischer Druck auf die Zehen ruft beiderseits eine eben bemerkbare Unruhe hervor. Electrische Reizung mit starken faradischen Strömen ruft rechts keinen Hirnreflex hervor, und zwar sowohl bei Reizung an der Zehe, als an der Haut des Oberschenkels. Links tritt bei solcher Reizung Unruhe ein. Reizung des Penis mit solchen Strömen ruft Winseln hervor. Starker Druck auf den Schwanz ruft keinen Hirnreflex hervor. Ebenso electrische Reizung der Anusschleimhaut mit den stärksten faradischen Strömen.

28. November. Die beiden vorderen Extremitäten gegen Druck sehr empfindlich. Der Schwanz und die Hinterpfoten so unempfindlich, dass selbst bei Druck auf dieselben mit dem ganzen Gewichte des Experimentirenden (man stellt sich auf dieselben) keine Abwehrbewegung und kein Hirnreflex eintritt. Penis und Anusschleimhaut gegen die stärksten electrischen Ströme vollständig unempfindlich. Die unteren Extremitäten, der Schwanz, Blase und Mastdarm vollständig gelähmt. Das Thier wird, weil es durch die profuse Eiterung stark gelitten, getödtet.

Das Rückenmark zeigt makroskopisch vollständige Durchtrennung der Hinterstränge und der beiden Seitenstränge mit Ausnahme sehr kleiner Reste. Vorderstränge intact. Bei der mikroskopischen Untersuchung der am schwersten lädirten Partie erwiesen sich die eben angegebenen Seitenstrangreste als vollständig degenerirt, dagegen waren ziemlich beträchtliche Antheile der grauen Axe sowohl an dieser, wie an oberhalb und unterhalb gelegenen Rückenmarksabschnitten vollständig intact. Die Vorderstränge zeigten keine Degeneration.

Bei einem vierten Hunde wurde das Rückenmark auf 3—4 Ctm. Länge blossgelegt und an drei verschiedenen Stellen durchschnitten, und zwar an einer Stelle die Hinterstränge, an der zweiten der linke, an der dritten der rechte Seitenstrang. Die Durchschneidung der Hinterstränge war eine vollständige, an den Seitensträngen blieben jedoch beiderseits Antheile, wenn auch von minimaler Ausdehnung intact.

Am ersten Tage nach der Operation war die Beweglichkeit der unteren Extremitäten und des Schwanzes vollständig geschwunden, die Sensibilität an der unteren Körperhälfte war für electrische

Reize vollständig erloschen, sehr starker Druck auf die Hinterpfoten rief jedoch noch Unruhe des Thieres hervor.

Am dritten Tage war keine Spur von Motilität und Sensibilität an der unteren Körperhälfte nachweisbar.

Bei der Section liess sich in Bezug auf die graue Axe und die Vorderstränge dasselbe wie im früheren Falle constatiren, die Continuität derselben hatte nicht gelitten, nur waren gegenüber dem früher geschilderten Falle viel grössere Antheile der grauen Substanz intact geblieben.

Alle diese Versuche lehren übereinstimmend, dass, wenn die Seitenstränge beiderseits durchschnitten sind, ungeachtet der Erhaltung einer Vorder- oder Seitenhälfte der grauen Axe Empfindung und Beweglichkeit an beiden Körperhälften erloschen st. Es fehlt uns also jeder Anhaltspunkt für die Behauptung, dass die graue Axe über grössere Strecken hinaus motorisch oder sensibel leitet.

Der einzige Einwand, der gegen unsere Versuche erhoben werden könnte, ist der, dass wir vielleicht die graue Axe während des Versuches gequetscht haben. Dagegen müssen wir aber erstens erwähnen, dass in allen unseren Versuchen die Beweglichkeit einer Körperhälfte erhalten blieb, so lange nur ein Stückchen Seitenstrang undurchschnitten blieb. Wohl hat es sich aber in einigen Fällen ganz klar herausgestellt, dass eine geringe Beweglichkeit, welche sich an die Erhaltung eines kleinen Antheiles des Seitenstranges knüpfte, im Laufe der ersten Tage verschwunden war und, wie wir, auf Sectionsbefunde gestützt, vermuthen dürfen, in Folge einer Degeneration des entsprechenden Seitenstrangrestes.

Alle unsere Versuche lehren demnach übereinstimmend, dass unsere Operationsweise vorsichtig genug war, um den Einwurf, wir hätten die Leitung durch mechanische Misshandlung des Rückenmarkes beeinträchtigt, zurückweisen zu dürfen.

Endlich muss hervorgehoben werden, dass sich unsere Behauptungen auf eine Versuchsmethode stützen, welche derjenigen der früheren Forscher an Exactheit überlegen zu sein scheint. Denn in allen unseren Fällen wurde das Rückenmark mit der grössten Vorsicht blossgelegt, und zwar in einer Ausdehnung, welche es möglich machte, die Durchschneidung der

einzelnen Stränge mit der grössten Genauigkeit auszuführen. Und in der That haben die Sectionsbefunde gelehrt, dass die intendirte Durchschneidung fast immer correct ausgeführt worden war.

Endlich müssen wir noch unserer negativen Resultate über die Leistungen der Vorderstränge Erwähnung thun. Wir können hierüber ganz kurz berichten, indem wir angeben, dass in einer Reihe von Versuchen, in welchen von der Substanz des Dorsalmarkes an einer Stelle nur die Vorderstränge erhalten geblieben waren, Empfindung und willkürliche Bewegung der Hinterbeine vollkommen erloschen war.

Wir müssen uns demnach den Angaben von Woroschiloff fast vollinhaltlich anschliessen. Wir müssen sagen, dass auch beim Hunde, die einzigen bis jetzt sicher erwiesenen Bahnen für die Motilität und Sensibilität in den Seitensträngen liegen, wir müssen, gleich ihm, annehmen, dass das Experiment bis jetzt weder eine Leitung der Willensimpulse durch die Vorderstränge, noch auch eine centripetale oder centrifugale Leitung durch die graue Axe zu erweisen im Stande war.

Ein Beitrag zur Theorie der Harnsecretion.

Von Dr. **Gustav Gärtner.**

(Aus dem Institute für allgemeine und experimentelle Pathologie in Wien.)

Die Theorie, dass die Harnsecretion in erster Linie von den Circulationsverhältnissen in der Niere abhängig sei, wurde zuerst von Ludwig und seinen Schülern aufgestellt. Durch eine Untersuchung von Grützner[1] ist diese Theorie wesentlich bereichert und gefestigt worden und haben dadurch, bis dahin paradox gewesene Erscheinungen, eine ausreichende Erklärung gefunden. So ist es namentlich verständlich geworden, warum Erhöhung des Blutdruckes in Folge elektrischer und toxischer Reizung der medulla oblongata, keine Vermehrung der Harnsecretion, ja eine Verminderung und selbst totales Aufhören derselben in der intacten Niere hervorbringe. Die Arterien des Nierenparenchyms nehmen Theil an der krampfhaften Contraction, welche auf die erwähnten Eingriffe an den Gefässen der Unterleibsorgane erfolgen, sie nehmen Theil an der Verengerung der Gefässbahn, die wir seit Ludwig und Thiry als unmittelbare Ursachen der Blutdrucksteigerung anzusehen berechtiget sind.

Eine Reizung der medulla oblongata beschränkt daher die Circulation in der Niere und beschränkt dadurch auch die Harnsecretion.

Die Beweise, welche Grützner vorbringt, lauten:

1. Die Inspection ergibt ein Erblassen der Niere, wenn der Blutdruck auf die genannte Weise erhöht wird, wie schon Ludwig und Thiry gewusst haben.

---

[1] Archiv für d. ges. Physiolog. XI. Bd.

2. Werden die zu einer Niere ziehenden Nerven durchrissen und dann erst die medulla oblongata gereizt, so erfolgt eine Vermehrung der Secretion auf der verwundeten, eine Verminderung auf der intacten Seite. Die Gefässe der entnervten Niere, von den Gefässnervencentren isolirt, werden auf Reizung der letzteren sich nicht mehr contrahiren können, sie werden vielmehr durch den erhöhten Druck passiv dilatirt, das Blut strömt nun unter höherem Drucke durch weitere Gefässe und damit ist die Beschleunigung der Secretion zureichend erklärt.

So weit waren also die Verhältnisse durch die Versuche von Grützner geklärt, indessen erwähnte er einer Erscheinung, die immer noch paradox genannt zu werden verdient und die geeignet ist, die Theorie der Harnsecretion immer noch als nicht vollständig geklärt erscheinen zu lassen. Grützner erwähnt nämlich, dass nach der Injection von Strychnin oder von Digitalis in das Blut die intacte Niere sowohl, wie die entnervte die Secretion einstelle. Um diese Erscheinung zu erklären, nimmt Grützner an, dass das Strychnin auf die peripheren Enden der Gefässnerven oder auf die Gefässe selbst wirke. Allein die Erfahrung, dass das Strychnin sonst seine Einwirkung auf die nervösen Centralorgane concentrirt, die peripheren Nervenapparate und die Muskeln hingegen unbeeinflusst lässt, liessen, soweit es das Strychnin betrifft, gerechte Zweifel über die Richtigkeit dieser Erklärung, oder aber der zu Grunde liegenden Beobachtungen aufkommen; das Letztere um so mehr, als Grützner blos einen Digitalis- und einen Strychninversuch anführt und nirgends in seiner Publication ersichtlich ist, dass er mehr derartige Versuche ausgeführt habe.

Da nun der Sache eine principielle Bedeutung zukommt, führte ich eine ganze Reihe ähnlicher Versuche aus, deren Ergebnisse die Frage zu klären scheinen und die ich deswegen hier mittheilen will.

Ich entnervte die Niere, wie dies Grützner und vor ihm Andere gethan, indem ich das Organ aus seiner Kapsel schälte und auch alle Nerven durchriss, welche mit den Blutgefässen und dem Ureter in die Niere eintreten, insoweit nämlich diese Nerven dem freien Auge des Myopischen noch erkennbar sind. Ältere Erfahrungen, die Herr Morison unter Leitung des Herrn

Prof. Stricker mit eben solchen Entnervungsversuchen gemacht hatte, lehrten aber, dass solche Nieren unmittelbar nach der Operation schlecht secerniren, und zwar in der Regel so schlecht, dass dadurch der Erfolg des ganzen Experimentes in Frage gestellt wird. Es schien daher gerathen, die entnervte Niere so lange sich selbst zu überlassen, bis sie sich von den Folgen der mechanischen Misshandlungen erholt hat. Ich leitete also folgendes Verfahren ein. Ich führte die Entnervung der Niere in der Chloroformnarkose aus, schob dann die Niere in ihre natürliche Lage zurück, schloss die lineare Bauchwunde und liess das Thier aus der Narkose erwachen; vier bis fünf Stunden später wurde erst das eigentliche Experiment vorgenommen.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass eine solchermassen entnervte Niere unter der Strychnineinwirkung wirklich secernire, ging ich daran, statt der Entnervung, den Splanchnicus zu durchschneiden. Ob diese Durchschneidung mit der Entnervung wirklich oder näherungsweise gleichwerthig ist, wie es sein könnte, kommt nicht in Betracht. Die Frage geht nur dahin, ob diese Zunahme der Secretion unter der Strychnineinwirkung auch dann eintrete, wenn statt der Entnervung nur der Splanchnicus durchschnitten ist. Da nun meine Versuche mit der Splanchnicusdurchschneidung ein ganz ähnliches Resultat ergaben, wie die früher erwähnte Entnervung, so sehe ich darin einen neuen Beweis für die grosse Bedeutung des Splanchnicus als Nierennerven. Durch diese Versuche ist auch der Satz von der Strychninwirkung auf die Nieren einer leichteren Prüfung zugänglich gemacht worden.

Das Resultat meiner Versuche ist:

Strychneinspritzung erzeugt in der entnervten Niere Beschleunigung der Secretion, und die so erzeugte Erhöhung des Blutdruckes wirkt nicht anders auf die Niere, als die durch elektrische Reizung der Medulla oder durch Erstickung bedingte.

Hier einige der Versuche.

I.

Hund, 9 Kilogramm schwer, jung, Männchen, 2^h 45 Curare, Splanchnicus links durchschnitten, ebenso beide Vagi. Es werden lange Canülen durch die Uretheren bis in die Nierenbecken ein-

gebracht.[1] Dieselben werden mit knieförmig gebogenen Ausflussröhren in Verbindung gesetzt und die fallenden Tropfen gezählt. Gleichzeitig wird der in der Carotis herrschende Druck beobachtet.

Zeit	Tropfen		Blutdruck	Anmerkung
	links	rechts		
3h 52—55	4	0	114	
4h 2— 5	7	1	06	
4h 5	—	—	—	Injection von 0·003 Strychnin. sulfur.
4h 5— 8	29	0	196	
4h 8—11	22	3	—	Gerinnungen stören die Beobachtung des Blutdruckes.
4h 11—14	5	10	—	
4h 14—17	33	6	—	
4h 17—20	1	0	66	
4h 20—23	1	0	56	

II.

Hund, 7 Kilogramm, jung, Männchen, Curare, Vagi durch. $2^1/_3$ Uhr Splanchnicus links durch. Versuchsanordnung wie oben.

Zeit	Tropfen		Blutdruck	Anmerkung
	links	rechts		
3h —3h 3	3	1	170	
3h 3— 6	3	2	200	
3h 6— 9	3	2	160	
3h 9	—	—	—	Injection von 0·002 Strychnin. sulfur.
3h 9—12	3	0	—	
3h 12—15	6	0	340	
3h 15—18	7	0	300—220	
8h 20—23	6	0	—	
3h 23—26	15	0	—	
3h 26—29	11	0	—	
3h 29—32	11	0	—	
3h 32—35	10	2	—	
3h 35—38	0	9	136	
3h 38—41	8	0	—	

[1] Grützner l. c. p. 372.

In einigen Versuchen (als Beispiel führe ich den folgenden an) wurde die stockende oder sehr geringe Secretion durch continuirliche Infusion von 1% Kochsalzlösung in die Vena jugularis angeregt und unterhalten (Kopp und Hoffmann, Külz [1]). Während der Infusion wurde dann der weitere Versuch ausgeführt. Auch hier beschleunigte Strychnin die Secretion der entnervten Niere, oder beschränkte sie wenigstens nicht, während auf der gesunden Seite die Secretion in der Regel zunächst zum Stillstande gebracht wurde. Nur wenn sehr viel Kochsalzlösung in das Blut eingebracht worden war, dann allerdings hemmte Strychnin auch auf der gelähmten Seite die Absonderung; die Beobachtung des Blutdruckes lehrte aber, dass in diesen Fällen auf die Strychnininjection keine Erhöhung, sondern eine Depression des Blutdruckes folgte. Und ebenso verhielt sich die Sache, wenn man, nachdem der durch Strychnin erhöhte Blutdruck auf seine frühere Höhe oder unter dieselbe abgefallen war, eine zweite Strychnineinspritzung folgen liess, auch dann sank der Blutdruck und mit ihm die Harnsecretion.

III.

Hund, 6 Kilo schwer, Männchen. Linke Niere 10 Uhr Vormittags entnervt, 2 Uhr Nachmittags Curare, Vagi durchschnitten. Infusion von 1% NaCl-Lösung in toto bis 4 Uhr 300 CC.

Zeit	Tropfen		Blutdruck	Anmerkung
	links	rechts		
3h 15—17	52	9	180	
3h 19—21	55	5	?	
3h 24—26	40	0	128	
3h 28—30	46	8	124	
3h 30	—	—	—	Injection von 0·004 Strychnin. sulfur.
3h 30—32	46	8	240	Die Tropfen rechts fallen in der ersten halben Minute.
3h 34—36	50	0	226	

[1] Eckhard, Beiträge z. Anat. u. Phys. Bd. VI.

Zeit	Tropfen		Blutdruck	Anmerkung
	links	rechts		
3h 37—39	38	0	216	
3h 39—41	36	3	190	
3h 41—43	39	12	160	
3h 44—46	22	12	100	
3h 47—49	19	10	112	
3h 54—46	23	12	120	
3h 56	—	—	—	Injection von 0·004 Strychnin. sulfur.
3h 56—58	6	6	110—90	
4h 2— 4	9	7	80	
4h 11—13	8	5	90	

Ich habe auch einen Versuch mit Digitalis ausgeführt; derselbe wurde leider durch unglückliche Zufälle gestört und eignet sich desshalb nicht zur Publication; derselbe ergab indess, dass in keiner Periode der Digitaliswirkung die Secretion ganz stille stand (wie im Versuche Grützner's) weder auf der gesunden, noch auf der entnervten Seite. Gewiss sind die Verhältnisse bei der Digitaliswirkung viel complicirter und eignet sich dieses Gift daher zu ähnlichen Untersuchungen weit weniger als das Strychnin.

Es scheint mir daher der causale Zusammenhang zwischen Secretionsgrösse einerseits und dem Blutdrucke und dem Zustande der Blutbahn andererseits auch durch die Strychninversuche vollkommen klargelegt.

XXVII. SITZUNG VOM 18. DECEMBER 1879.

Das w. M. Herr Prof. E. Hering übersendet eine fernere Abhandlung unter dem Titel: „Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie“ aus dem physiologischen Institute der Universität in Prag, und zwar: IV. Mittheilung. „Über die durch chemische Veränderung der Muskelsubstanz bewirkten Veränderungen der polaren Erregung durch den elektrischen Strom“, von Herrn Dr. Wilhelm Biedermann.

Das c. M. Herr Prof. Dr. Constantin Freiherr v. Ettingshausen, derzeit in London, übersendet eine für die Sitzungsberichte bestimmte Abhandlung: „Vorläufige Mittheilungen über phyto-phylogenetische Untersuchungen.“

Das c. M. Herr Prof. E. Ludwig übersendet zwei Abhandlungen:

1. „Über die Einwirkung von Phosphoniumjodid auf Schwefelkohlenstoff“, von Dr. Hans Jahn.
2. „Über die Synthese des Biguanids“, von Dr. Robert Herth.

Das c. M. Mitglied Herr Regierungsrath Prof. Dr. Th. Ritter v. Oppolzer übermittelt ein Exemplar des II. Bandes seines Lehrbuches zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten.

Der Obmann der prähistorischen Commission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften Herr Hofr. v. Hochstetter berichtet über die Ergebnisse der von der Commission im vergangenen Jahre veranlassten Forschungen und Ausgrabungen.

Das w. M. Herr Dir. Dr. Fr. Steindachner überreicht eine Abhandlung: „Über eine peruanische *Ungalia*-Art (Ung. Taczanowskyi)“.

Herr Prof. M. Neumayr überreicht eine Abhandlung des Herrn Friedrich Teller, betitelt: „Geologische Beobachtungen auf der Insel Chios.“

An Druckschriften wurden vorgelegt:

Académie de Médecine: Bulletin. 43e année. 2e série, Tome VIII. Nrs. 48 & 49. Paris, 1879; 8°.

Akademie der Wissenschaften, königl. Schwedische: Öfversigt af Förhandlingar. 36ter Jahrgang, Nrs. 1—6. Stockholm, 1879; 8°.

Apotheker-Verein, allgem. österr.: Zeitschrift nebst Anzeigenblatt. XVII. Jahrgang. Nr. 35. Wien, 1879; 4°.

Astronomische Nachrichten. Band 96; 8 und 9. Nr. 2288—9. Kiel, 1879; 4°.

Breslau, Universität: Akademische Schriften pro 1878—79; 4° und 8°.

Bureau de la Recherche géologique de la Suede: Ser. Aa: Beskrifning till Kartbladet Brefven af Edvard Erdmann. Nr. 63. Stockholm, 1878; 8°. — Beskrifning till Kartbladet Gottenvik af A. G. Nathorst. Nr. 64. Stockholm, 1878; 8°. — Beskrifning till Kartbladen Landsort och Källskären af A. G. Nathorst. Nr. 65 und 66. Stockholm, 1878; 8°. — Beskrifning till Kartbladet Herrevadskloster af Axel Lindstorm. Nr. 67. Stockholm, 1878; 8°. — Halle — och Hunnebergs Trapp af E. Svedmark. Stockholm, 1878; 8°. — Ser. C: Afhandlingar och uppsatser. On the cause of the glacial phenomena in the north eastern portion of North America by Otto Torell, Nr. 26. Stockholm, 1878; 8°. — De paleozoiska Bildningarna vid Humlenäs i Småland af G. Linnarsson. Nr. 28. Stockholm, 1878; 8°. — Malmfyndigheter inom Norrbottens Län. Stockkolm, 1877; 4°. — Om Floran Skånes kolförande Bildningar af A. G. Nathorst. I. Floran vid Bjuf. 1. H. Stockholm, 1878; 4°.

Central-Commission, k. k. statistische: Statistisches Jahrbuch für das Jahr 1877. XI. Heft. Wien, 1879; 8°. — Ausweise über den auswärtigen Handel der österreich.-ungar. Monarchie im Sonnenjahre 1878. XXXIX. Jahrg. III. Abth. Wien, 1879; 4°. — Nachrichten über Industrie, Handel und Verkehr. XVII. Band. 1. und 2. Heft. Wien, 1879; 8°.

Central-Station, k. bayer. meteorologische: Übersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreiche Bayern während des Juni, August, September und October, 1879. Fol.

Chemiker-Zeitung: Central-Organ. Jahrgang III. Nr. 50. Cöthen, 1879; 4°.

Gängl von Ehrenwerth, Josef: Abhandlungen über den Thomas-Gilchrist'schen Process des Verbessemerens phosphorhaltiger Roheisensorten. Leoben, 1879; 8°.

Gesellschaft, Deutsche chemische, zu Berlin: Berichte. XII. Jahrgang, Nr. 18. Berlin, 1879; 8°.

— österr., für Meteorologie: Zeitschrift. XIV. Band. November- und December-Heft. Wien, 1879; 4°.

Gewerbe-Verein. n.-ö.: Wochenschrift. XL. Jahrgang. Nr. 46, 49 und 50. Wien, 1879; 4°.

Ingenieur- & Architekten-Verein, nied.-österr.: Wochenschrift. IV. Jahrgang, Nr. 49 und 50. Wien, 1879; 4°.

Journal für praktische Chemie, von H. Kolbe. N. F. Bd. XX. 9. u. 10. Heft. Leipzig, 1879; 8°.

Kirkmann, Thomas, P. M. A., F. R. S.: The solution of the problem of the autopolar P-Edra, with full constructions up to P = 10. Liverpool, 1879; 8°. The enumeration and construction of the 9 — acral 9 — Edra, and on the construction of Polyedra. Liverpool, 1878; 8°.

Lords Commissioners of the Admiralty: The nautical Almanac and astronomical Ephemerid for the year 1883. London, 1879; 8°.

Moniteur scientifique du D^teur^ Quesneville: Journal mensuel. 23e année, 3e série. Tome IX, 456e Livraison. Decembre 1879. Paris; 4°.

Nature. Vol. 21. No. 528. London, 1879; 4°.

Observatory, the: A monthly Review of Astronomy. Nos. 31 und 32. London, 1879; 8°.

Oppolzer, Theodor von: Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten. II. Band. Leipzig, 1880; 4°.

Osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri: Bullettino meteorologico. Vol. XIV, Nr. 7. Torino, 1879; 4°.

Repertorium für Experimentalphysik, für physik. Technik etc. Von Dr. Ph. Carl. XV. Band, 12. Heft. München, 1879; 8°.

„Revue politique et littéraire" et „Revue scientifique de la France et de l'Étranger". IX. année, 2e série. Nr. 24. Paris, 1879; 4°.

Società di scienze naturali ed economiche di Palermo. Giornale. Anno 1879. Vol. XIV. Palermo; gr. 4°.

Société des Ingénieurs civils: Séances du 4 et 18 Juillet, du 1er Août, du 3 et 17 Octobre, du 7 et 21 Novembre 1879. Paris, 1879; 8°.

— géologique de France: Bulletin. 3e série. Tom. IV. Paris, 1875 bis 1876; 8°. Tome V. Paris, 1876—77; 8°.

Society the royal astronomical: Monthly notices. Vol. XL. Nr. 1. November 1879. London; 8°.

— the royal geographical: Proceedings and monthly Record of Geographie. Vol. I. Nr. 12. December 1879. London; 8°.

— the philosophical of Adelaide, South Australia: Transactions and Proceedings and Report for 1877—1878. Adelaide, 1878; 8°.

Triangulation von Java in Niederländisch-Ost-Indien. II. Abtheilung: Die Basismessung bei Simplak von Dr. J. A. C. Oudemans, E. Metzger und C. Woldringh. Im Haag, 1878; Fol.

Wiener medicinische Wochenschrift. XXIX. Jahrgang. Nr. 50. Wien, 1879; 4°.

Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie.

Vierte Mittheilung.

Über die durch chemische Veränderung der Muskelsubstanz bewirkten Veränderungen der polaren Erregung durch den elektrischen Strom.

Von Dr. **Wilhelm Biedermann,**

zweiten Assistenten am physiologischen Institute der Universität Prag.

(Aus dem physiologischen Institute zu Prag.)

(Mit 1 Tafel.)

Wird ein mit Curare vergifteter *Musculus sartorius* des Frosches von einem constanten elektrischen Strome in der Längsrichtung durchflossen, so erfolgt Schliessungserregung des unverletzten, mit möglichster Sorgfalt präparirten Muskels stets zuerst bei absteigend gerichtetem Strome, Öffnungserregung dagegen bei aufsteigender Stromesrichtung.

Ich habe gezeigt[1], dass dieses fast ausnahmslos zu beobachtende, ganz gesetzmässige Verhalten auf der Verschiedenheit der Stromdichte an der Aus- und Eintrittsstelle beruht, sowie dass es gelingt, auch künstlich durch Vergrösserung des Querschnittes des unteren Sartoriusendes den Erfolg der Minimalreizung derart zu beeinflussen, dass entweder beide Stromesrichtungen gleichzeitig wirksam werden oder dass der aufsteigende Strom seinen erregenden Einfluss bei einer geringeren Intensität geltend macht, als der absteigende.

---

[1] Diese Beiträge III. Wiener akad. Sitzungsber. 1879, Bd. LXXIX, April-Heft.

Es hat sich jedoch gezeigt, dass im Verlaufe einer längeren Versuchsreihe bisweilen Fälle beobachtet werden, wo ein Sartorius, dessen Aussehen durchaus nichts Abnormes zeigt, gleich von vornherein ein gegentheiliges Verhalten darbietet, indem Schliessungszuckung bei aufsteigender Stromesrichtung den ersten Reizerfolg darstellt, zu dem sich erst später bei weiterer Steigerung der Stromesintensität die Schliessungszuckung bei absteigender Stromesrichtung gesellt.

Es hat sich später herausgestellt, dass die eben erwähnten Ausnahmsfälle bei gehöriger Übung und Sorgfalt in der Präparation des Muskels niemals beobachtet werden, und dass die Ursache des abweichenden Verhaltens lediglich in dem Vorhandensein kleiner Schnittverletzungen oder Quetschungen des tibialen Sartoriusendes zu suchen ist, die den Erfolg der elektrischen Reizung in so eigenthümlicher Weise zu beeinflussen vermögen.

Die genauere Untersuchung dieser Thatsache hat zu Resultaten geführt, welche, wie ich glaube, für die Theorie der elektrischen Muskelreizung nicht unwichtig sind, und mit deren Darlegung sich die vorliegende Abhandlung beschäftigt.

I.

Über die elektrische Erregbarkeit des an einem Ende mechanisch oder thermisch verletzten Sartorius.

Präparirt man mit möglichster Sorgfalt den *Musculus sartorius* eines stark mit Curare vergifteten Frosches und spannt denselben mittels der beiderseits daran gelassenen Knochenstücke in derselben Weise, wie ich es bereits an anderer Stelle[1] beschrieben habe, in den Hering'schen Doppelmyographen, so zucken bei einer gewissen Stromstärke[2] im Augenblicke der Schliessung beide Hälften des in der Mitte zwischen Ölthon fixirten Muskels,

---

[1] Beiträge zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysiologie III. (Wiener akad. Sitzber. Bd. LXXIV, April-Heft 1879.)

[2] Als Stromquelle dienten bei diesen und allen folgenden Versuchen 2 Dan. Elemente mit eingeschaltetem Rheochord von du Bois-Reymond.

während die Schliessungsdauercontraction bei mittlerer Intensität des Stromes bekanntlich auf die Seite der Kathode beschränkt bleibt. Zerquetscht man nun mittelst einer Pincette das eine oder andere Ende des Muskels in einer Ausdehnung von etwa 3 Mm., so bleibt die vorher bei beiden Stromesrichtungen in annähernd gleicher Stärke eintretende Schliessungserregung entweder ganz aus oder erscheint doch bedeutend geschwächt, wenn der Reizstrom den Muskel in der Richtung vom unverletzten zum verletzten Ende durchfliesst, während der Erfolg der Schliessungsreizung nach Wendung des Stromes, wobei die Kathode an das unversehrte Muskelende zu liegen kommt, unverändert bleibt. Statt den Muskel durch Quetschen zu verletzen, kann man auch mit einem starken, benetzten Faden das eine Ende abschnüren; man hat dann nur darauf zu achten, einerseits nicht etwa bloss die Sehne des Muskels mit der Fadenschlinge zu fassen, ohne die Primitivfasern selbst zu verletzen, andererseits muss der Faden so stark genommen werden, dass die zu beiden Seiten der Schnürstelle sich bildenden Muskelwülste sich nicht direct berühren; denn ist der Faden sehr dünn, so fliesst sozusagen die Muskelmasse über der Einschnürung wieder zusammen und es findet der Austritt, beziehungsweise Eintritt des Stromes nicht sowohl durch die verletzen Faserenden, als vielmehr durch unversehrte Punkte des eingekrümmten Längsschnittes statt.

Wenn man eine grosse Anzahl derartiger Versuche angestellt hat, so zeigt sich zwar ganz ausnahmslos die Erregbarkeit des einseitig verletzten Muskels bei Schliessung in der einen und, wie ich gleich hinzufügen will, für den Öffnungsreiz bei der anderen Stromesrichtung deutlich vermindert, allein in welchem Grade dies der Fall ist, scheint hauptsächlich von dem jeweiligen Erregbarkeitszustande des Präparates, sowie anderen vorläufig nicht näher zu präcisirenden Momenten abzuhängen. Während man bisweilen, wenn der Strom an dem verletzten Muskelende austritt, nur eine mehr oder weniger beträchtliche Abnahme der Grösse der Schliessungszuckung beobachtet, gibt es zahlreiche andere Fälle, wo dieselbe ganz ausbleibt, während jedoch immer noch bei jedesmaliger Schliessung des Stromes deutliche Dauercontraction an der verletzten Kathodenhälfte des Muskels hervortritt, vorausgesetzt, dass eine solche auch schon vor der Verletzung bei der-

selben Stromstärke der SZ sich anschloss; endlich gibt es, wie auch schon oben erwähnt wurde, Fälle, wo im Augenblicke der Schliessung keine Spur von Verkürzung wahrnehmbar ist, wenn die Kathode an der verletzten Seite liegt. Es ist hiebei allerdings zu berücksichtigen, dass schwache, wenig ausgiebige Contractionen nicht beobachtet werden können wegen der unvermeidlichen in dem Apparate gelegenen Widerstände, und es wäre daher keineswegs gerechtfertigt, aus dem Umstande, dass der in dem Doppelmyographen eingespannte Muskel keine merkliche Gestaltveränderung erkennen lässt, den Schluss zu ziehen auf das absolute Fehlen des Erregungsvorganges bei Schliessung des Stromes. Ich habe es daher auch nicht unterlassen, Controllversuche anzustellen, wobei der Muskel vollständig unbelastet frei herabhing, so dass auch selbst schwache, nur auf einzelne Fasern beschränkte Contractionen der Beobachtung hätten nicht wohl entgehen können; die Zuleitung des Stromes erfolgte in der Weise, dass einerseits der Beckenknochen in einer unpolarisirbaren Elektrode befestigt war, während die an dem unteren Sartoriusende befindliche Epiphyse der Tibia den Flüssigkeitsspiegel eines mit 0·6% Chlornatriumlösung gefüllten Gefässes, in das die andere unpolarisirbare Elektrode tauchte, eben berührte.

Als Resultat der sehr zahlreichen, in dieser Weise angestellten Reizversuche, an dem durch mechanische Eingriffe einseitig verletzten Sartorius ergibt sich nun Folgendes:

Wenn die Kathode an der verletzten Seite sich befindet, so wirkt der Schliessungsreiz entweder gar nicht erregend (bei schwachen, vorher jedoch wirksamen Strömen) oder doch (bei Steigerung der Stromesintensität) in merklich geringerem Grade, als vorher. Öffnungserregung lässt sich auch nach lange andauernder Durchströmung nur äusserst selten erzielen, wenn die Anode an der verletzten Seite liegt; dagegen zeigt sich sowohl der Schliessungs- als auch der Öffnungsreiz in normaler Weise wirksam, wenn die Kathode, beziehungsweise Anode an dem unversehrten Muskelende sich befindet.

Man konnte dem Gesagten zufolge erwarten, dass auch das einfache Anlegen eines Querschnittes die Erregbarkeit des

Sartorius in ähnlicher Weise verändern würde, wie die Quetschung oder das Umschnüren mit einem Faden; allein es ist ausserordentlich schwierig, in diesem Falle den sicheren experimentellen Beweis dafür zu erbringen. Es ist zunächst klar, dass das zuletzt erwähnte Verfahren, dem Muskel den erregenden Strom zuzuführen, hier nicht zulässig sein würde, obschon es auf den ersten Blick ganz zweckmässig scheint, den blossgelegten Muskelquerschnitt direkt mit einer leitenden, indifferenten Flüssigkeit in Berührung zu bringen und so den erregenden Strom in möglichst gleichförmiger Weise den Faserenden zuzuleiten. Denn abgesehen davon, dass in sehr vielen Fällen unmittelbar nach dem Anlegen eines Querschnittes, auch wenn dies mit einem raschen, scharfen Scheerenschnitt geschieht, sich die Enden der durchschnittenen Fasern ringsum wellartig emporkrümmen und auf diese Weise zur Bildung von Austrittsstellen des Stromes oberhalb der Ebene des Querschnittes Veranlassung geben, geschieht dasselbe auch in den Fällen, wo eine merkliche Umkrümmung der Faserenden nicht stattfand, durch Capillarattraction der Flüssigkeit, indem so (normale) Stellen des Längsschnittes mit der Flüssigkeit in directe leitende Verbindung gesetzt werden und demnach auch hier der Ort der Schliessungserregung (die „physiologische Kathode") höher gerückt erscheint, falls nicht der von der Schnittfläche aus fortkriechende Process der Erstarrung bereits hinreichend weit im Muskel hinaufreicht, was jedoch immer erst nach längerer Zeit der Fall ist. Am besten gelangt man noch zum Ziele, wenn man den künstlichen Querschnitt auf einem mit der einen Elektrode in Verbindung stehenden Thonkissen aufruhen lässt, wobei dann der Reizerfolg vermindert ist, wenn der Austritt des Stromes durch den Querschnitt erfolgt. Ausser der mechanischen Verletzung prüfte ich auch noch den Einfluss der partiellen Abtödtung durch Wärme. Es zeigte sich auch hierbei und zwar in noch viel schlagenderer Weise, dass jedesmal nach Anlegung eines „thermischen Querschnittes" die Erregbarkeit des Muskels für Ströme mittlerer Intensität ganz oder nahezu aufgehoben war, wenn die wirksame Elektrode an dem wärmestarren Ende sich befand.

Man kann sich auch bei diesen Versuchen entweder des Doppelmyographen bedienen und das eine Muskelende durch

Berührung mit einem erwärmten Glasstabe abtödten, bei welcher Methode man den nicht zu unterschätzenden Vortheil graphischer Verzeichnung der durch den Reiz bedingten Gestaltveränderungen des Muskels hat, was besonders dann sehr wichtig ist, wenn es darauf ankommt, sich durch Vergleichung der Zuckungsgrösse vor und nach der gesetzten Verletzung, ein sicheres Urtheil zu bilden über den Grad der durch die letztere bedingten localen Veränderungen der Erregbarkeit (Tafel I, Curve 1); bequemer und in der bereits früher angedeuteten Beziehung vortheilhafter ist jene oben erwähnte Versuchsanordnung, bei welcher die der Verkürzung sich entgegenstellenden Widerstände auf ein Minimum reducirt sind, und die andererseits auch ermöglicht, eine sehr grosse Zahl von Einzelversuchen in verhältnissmässig kurzer Zeit anzustellen. Als einen Versuch, welcher geeignet ist, in besonders schlagender Weise den Einfluss eines thermischen Querschnittes auf die Erregbarkeit des Sartorius zu zeigen, kann ich den folgenden angeben: Man bestimmt diejenige Stromstärke, bei welcher kräftige Schliessungszuckungen des Muskels ausgelöst werden, sowohl wenn der erregende Strom denselben in ↑ Richtung durchfliesst, als auch im umgekehrten Falle, und macht nun das eine Ende (ich benützte gewöhnlich das tibiale Muskelende) dadurch wärmestarr, dass man es einige Zeit einer Temperatur von 40—50° C. aussetzt, was am besten durch Eintauchen desselben in eine entsprechend erwärmte Flüssigkeit (Öl oder Wasser) geschieht; es bildet sich alsbald ein verdickter, weiss getrübter, starrer Wulst, und wenn man nunmehr den Reizversuch bei derselben, vorher stark wirksamen Stromesintensität, wiederholt, so zeigt sich, dass jetzt die Schliessungserregung ausbleibt, wenn die Kathode an dem starren Ende sich befindet; in der beiweitem grössten Zahl der Fälle lässt sich dann auch nicht die geringste Spur fibrillärer Contraction erkennen; der Muskel bleibt vollständig ruhig; ja man kann den Strom sogar sehr beträchtlich verstärken, ohne in dem geschilderten Verhalten eine Änderung erfolgen zu sehen. So habe ich, um nur ein Beispiel aus zahlreichen Versuchen anzuführen, an einem curarisirten Sartorius, dessen unteres Ende in einer Ausdehnung von etwa 4 Mm. wärmestarr gemacht worden war, bei Schliessung des ↓ gerichteten vollen Stromes zweier Daniell'scher Elemente keine Spur

von Erregung wahrnehmen können, während derselbe Muskel bei eingeschaltetem Rheochordwiderstande 16 maximal zuckte, wenn der Strom ihn in ↑ Richtung durchfloss. Nichtsdestoweniger wäre es unrichtig, wollte man die Möglichkeit des Zustandekommens der Schliessungserregung bei der einen Stromesrichtung überhaupt gänzlich läugnen, wenn das eine Muskelende durch Wärme abgetödtet wurde; es besteht vielmehr auch hier immer nur eine mehr oder minder ausgesprochene Herabsetzung des Reizerfolges, keine vollständige Aufhebung desselben, wie sich unmittelbar aus dem Umstande ergibt, dass man bei Steigerung der Intensität des Stromes schliesslich immer an eine Grenze gelangt, wo der Kathodenreiz auch an der verletzten Seite, wenn auch nur in geringem Grade, erregend wird; es verräth sich dies dann immer zuerst dadurch, dass die zunächst oberhalb des starren Wulstes gelegenen Muskelquerschnitte im Augenblicke der Schliessung in dauernde Contraction gerathen (Tafel I, Curve 3); noch stärkere Ströme bedingen dann wohl auch Schliessungszuckung, jedoch ist die Grösse derselben durchwegs geringer, als wenn die Erregung an dem unversehrten Muskelende ausgelöst wird, und meist verläuft auch die Zuckungscurve gedehnter, als es normaler Weise der Fall zu sein pflegt.

Wenn man die drei bisher besprochenen Methoden partieller Abtödtung des Muskels bezüglich ihrer Wirksamkeit, d. i. der durch dieselben bedingten Erregbarkeitsänderungen mit einander vergleicht, so lässt sich leicht ein gradueller Unterschied erkennen, indem sich herausstellt, dass rein mechanische Eingriffe (Quetschen, Abbinden) an dem einen oder anderen Muskelende die Erregbarkeit desselben, sowohl für den Kathoden- als auch für den Anodenreiz, am wenigsten beeinträchtigen; eingreifender wirkt schon die Anlegung eines thermischen Querschnittes durch Berührung mit einem heissen Glasstabe, am vollständigsten aber gelingt es, den Gegensatz der erregenden Wirkung beider Stromesrichtungen zu demonstriren, wenn man das eine Muskelende durch Eintauchen in eine allmählig auf 40—60° C. erwärmte Flüssigkeit wärmestarr macht.

Man könnte daran denken, dass diese graduelle Verschiedenheit in der Wirkungsweise der genannten drei Eingriffe wesent-

lich davon abhängt, dass im einen Falle ein grösserer, im anderen ein kleinerer Theil des Muskels seiner Structur und Function nach zerstört wird; es lässt sich jedoch leicht zeigen, dass dieser Umstand nicht das Wesentliche sein kann, indem zum Beispiel die successive erfolgende Abtödtung immer neuer Querschnitte der einen Muskelhälfte durch Quetschen mit der Pincette, die für die betreffende Stromesrichtung gesunkene Schliessungserregbarkeit der anderen Hälfte in irgend erheblichem Grade nicht weiter herabzusetzen vermag, als es bereits durch die Zerstörung des Endquerschnittes geschehen ist.

Wenn ich hier den Ausdruck „Endquerschnitt" gebraucht habe, so ist dies natürlich nicht wörtlich zu nehmen, und ich muss noch besonders darauf aufmerksam machen, dass es unbedingt nothwendig erscheint, an dem tibialen, schmal zulaufenden Ende des *M. sartorius* zum mindesten ein 3—4 Mm. langes Stück zu zerstören, wenn man halbwegs sicher sein will, den grössten Theil der sich daselbst inserirenden Faserenden getroffen zu haben; andernfalls könnte es geschehen, dass man durch Schliessung des ↓ gerichteten Stromes bereits bei einer Stromstärke deutliche Zuckungen erhält, die unter anderen Umständen, wenn wirklich nahezu alle Faserenden auf der einen Seite zerstört wurden, unwirksam geblieben wäre. Es ist dies umsomehr zu berücksichtigen, als, wie bereits Du Bois-Reymond[1] angibt, die Fasern des Sartorius an dem äusseren Rande fast um ein Drittel länger sind als am inneren Rande, so dass also der natürliche Querschnitt des Sartorius am unteren Ende schräg verläuft.

Da übrigens nach Beobachtungen von Aeby und Krause[2] auch freie Faserendigungen im Sartorius des Frosches noch höher oben vorkommen, so hängt es natürlich nur von der Anzahl derselben ab, ob sie im Stande sein werden, durch ihre Zusammenziehung einen merklichen mechanischen Effect hervorzubringen; es ist aber immerhin die Vermuthung nicht ganz von der Hand zu weisen, dass nach einseitiger Verletzung des Sartorius unter Umständen ein Theil (oder vielleicht alle) durch die „unwirksame"

---

[1] Arch. f. Anat. u. Phys. 1863, p. 679.

[2] Aeby, Zeitschr. f. rat. Med., III. Reihe, Bd. 14. Krause. Daselbst, III. Reihe, Bd. 20.

Stromesrichtung hervorgebrachten Erregungserscheinungen auf Rechnung der im Inneren des Muskels frei endigenden Fasern zu setzen ist. Die Bildung kathodischer Stellen in der Continuität des Muskels kann ferner, wie Hering[1] gezeigt hat, auch durch mannigfache Knickungen und Verbiegungen der Fasern bedingt sein und auch diese Verhältnisse müssen gewiss zum Theile für die Erregungserscheinungen des einseitig verletzten Muskels verantwortlich gemacht werden, insbesondere, wenn derselbe frei und unbelastet aufgehängt ist.

Es wurde bereits wiederholt hervorgehoben, dass die Erregbarkeit eines am tibialen Ende abgestorbenen Sartorius für die Schliessung ↑ gerichteter Ströme (sowie auch für den Öffnungsreiz im umgekehrten Falle) normal bleibt. Ich muss nun noch einer Thatsache gedenken, welche auf den ersten Blick dafür zu sprechen scheint, dass die Anlegung eines thermischen Querschnittes am unteren Sartoriusende die Erregbarkeit des Muskels für ↑ Ströme derart zu steigern vermag, dass vorher fast oder ganz unwirksame Schliessungsreize nachher kräftige Erregung bewirken; am deutlichsten tritt diese auffallende Erscheinung hervor bei Anwendung von Minimalreizen, und es ist gar nicht selten, dass man dann eine Zunahme der Zuckungshöhe um das 6—8fache oder noch mehr beobachtet.

Da diese scheinbare Steigerung der Erregbarkeit dauernd ist und nicht etwa nur unmittelbar nach der Verletzung des Muskels hervortritt, so ist wohl von vorneherein der Verdacht ausgeschlossen, dass es sich vielleicht um eine Summation von Reizen handeln könnte; man müsste denn die sicher sehr unwahrscheinliche Voraussetzung machen, dass von der Stelle der Verletzung aus continuirlich, auch nachdem die thermische Reizung gewiss längst vorüber ist, sich ein Erregungsprocess über den ganzen Muskel verbreite. Es spricht übrigens keine andere Thatsache für die eben erwähnte Annahme, denn es erfolgt zwar im Augenblicke der Berührung mit dem erhitzten Glasstabe eine kräftige Zuckung des Muskels, aber fast unmittelbar nachher

[1] Diese Beiträge II. (Wiener Akad. Sitzb. 1879). April-Heft.

bleibt dieser ganz ruhig, und nichts verräth einen dauernden Erregungszustand.

Ich war anfangs geneigt, die stärkere Wirkung des ↑ Stromes nach Anlegen eines thermischen Querschnittes am unteren Sartoriusende auf den Wegfall einer unter normalen Verhältnissen von der Anode im Augenblicke der Schliessung ausgehenden Hemmung zu beziehen, in welcher Anschauung mich ausserdem auch einige andere später noch zu erwähnende Thatsachen bestärkten; nichtsdestoweniger erwies sich diese Deutung bei genauerer Prüfung als nicht stichhaltig, und muss die in Rede stehende Erscheinung (wenigstens der Hauptsache nach) auf rein physikalische Ursachen zurückgeführt werden.

Ich habe bereits früher erwähnt, dass man künstlich durch Vergrösserung des Querschnittes des unteren Sartoriusendes, das normale Verhalten des Muskels gegen den Strom derart zu modificiren vermag, dass die Schliessung des ↓ gerichteten Stromes schwächer erregend wirkt als die des ↑ gerichteten; ich hatte aber anfangs übersehen, dass durch Vergrösserung des Querschnittes an dem unteren Ende des Muskels die Grösse der Schliessungszuckung bei ↑ Strome in allen Fällen beträchtlich zunimmt.

Wenn man, zum Beispiele, durch Auflegen eines kleinen mit 0·6% Chlornatriumlösung getränkten Baumwollbausches auf das untere Sartoriusende dessen Querschnitt bedeutend vergrössert, so erhält man bei Schliessung eines ↑ Stromes, dessen Stärke vorher eben ausreichend war, um eine Minimalzuckung zu bewirken, eine deutliche, bisweilen sogar sehr ansehnliche Verstärkung der Schliessungszuckung, während entsprechend der verminderten Stromdichte an dem unteren Muskelende, bei Schliessung des ↓ Stromes die Erregung ausbleibt; nach Entfernung des Bausches zeigt der Muskel wieder sein normales Verhalten. Es tritt also, wie man sieht, die verstärkte Wirkung des Schliessungsreizes bei ↑ Stromesrichtung ganz ebenso deutlich hervor, wenn die Dichte an der Eintrittsstelle des Stromes abnimmt, wie nach Anlegung eines thermischen Querschnittes am tibialen Ende des Sartorius; es ist demnach zu untersuchen, ob nicht vielleicht in beiden Fällen physikalische Bedingungen geschaffen werden, durch welche eine

Verstärkung des den Muskel durchsetzenden Stromes bewirkt wird.

Diejenigen Stellen des zu den Versuchen benützten Sartoriuspräparates, welche dem Strome den grössten Widerstand darbieten, sind einmal der schlecht leitende, verhältnissmässig dünne Knochen und andererseits die schmale untere Ansatzsehne, indem man nun durch Auflegen des mit dem gut leitenden Salzwasser getränkten Bausches auf die letztere, deren Querschnitt vergrössert, nimmt zwar die Dichte des Stromes daselbst ab, aber es wird zugleich die Gesammtintensität desselben grösser, indem mit dem Wachsen des Querschnittes zugleich der Widerstand abnimmt; man kann demnach, wie ich kaum erst zu bemerken brauchte, den Salzwasserbausch, statt ihn auf das sehnige Ende des Muskels zu legen, auch auf die Diaphyse der *tibia* bringen, ohne dadurch das Ergebniss des Versuches zu ändern. Es kann demnach keinem Zweifel unterliegen, dass die regelmässig zu beobachtende Verstärkung der ↑ Schliessungszuckung] nach Auflegen eines Salzwasserbausches auf das untere Sartoriusende ihren Grund lediglich darin hat, dass die Gesammtintensität des erregenden Stromes durch Verminderung des Widerstandes wächst, und dem entsprechend auch der Erregungsvorgang an der Kathode zunimmt, wenn diese an dem breiten Beckenende des Muskels sich befindet, dessen Querschnitt unverändert blieb.

Es fragt sich nun, ob die analoge Erscheinung, welche man nach Anlegen eines thermischen Querschnittes wahrnimmt, auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden kann. Wenn man vor Allem berücksichtigt, dass eine blosse mechanische, durch Abquetschen des unteren Sartoriusendes bewirkte Verletzung ausser der Herabsetzuug der Erregbarkeit des Muskels für Schliessung ↓, beziehungsweise Öffnung ↑ Ströme keinerlei andere Nebenwirkung hervorbringt, so wird es bereits wahrscheinlich gemacht, dass die Erregbarkeitserhöhung für Schliessung ↑ Ströme sowohl nach dem Auflegen des Salzwasserbausches, als auch nach Abtödtung des tibialen Sartoriusendes mittelst Wärme nur scheinbar und darauf zurückzuführen ist, dass in beiden Fällen die absolute Intensität des den Muskel durchfliessenden Stromes gesteigert

wird. Es lässt sich jedoch auch ein ganz directer Beweis für die Richtigkeit der letzteren Ansicht liefern. Werden die beiden Sartorii eines und desselben Frosches in gleicher Weise präparirt und gleichzeitig in denselben Stromkreis eingeschaltet, so muss der eine bei Schliessung eines ↑ gerichteten Stromes stärker zucken, wenn zuvor das untere Ende des andern, in derselben Richtung durchströmten Muskels wärmestarr gemacht wurde, wenn anders die oben gegebene Deutung richtig ist, da ja dann die durch die Verletzung des einen Präparates bedingte Steigerung der Stromesintensität die Erregungsgrösse des andern, unversehrten Muskels nothwendig beeinflussen muss. Der Versuch, der sich leicht mit Hilfe eines zweiten Paares unpolarisirbarer Muskelelektroden anstellen lässt, bestätigte diese Voraussetzung. Wird aber bei der, in beiden Muskeln ↑ Stromesrichtung der thermische Querschnitt an dem Beckenende des einen angelegt, so tritt keine Verstärkung der Schliessungszuckung des anderen Präparates ein, da in diesem Falle eine wesentliche Steigerung der Stromesintensität durch die Verletzung nicht bedingt wird, indem der Vergrösserung des Querschnittes an dem ohnedies breiten Beckenende des Sartorius nicht so sehr in Betracht kommt. Es bedarf wohl kaum noch der besonderen Erwähnung, dass durch Auflegen eines Salzwasserbausches auf das schmale Sehnenende des einen Muskels, ebenfalls die ↑ Schliessungszuckung des anderen beträchtlich verstärkt wird.

II.

Über die elektrische Erregbarkeit des am einen Ende durch chemische Substanzen veränderten Sartorius.

Da, wie aus den im Vorstehenden mitgetheilten Erfahrungen hervorgeht, es genügt, die contractile Substanz des quergestreiften Muskels an einer beschränkten Stelle durch Wärme oder mechanische Eingriffe abzutödten, um das Zustandekommen des elektrischen Erregungsvorganges an der Grenze derselben entweder gänzlich hintanzuhalten oder doch wesentlich zu erschweren, und da der Grund hiefür, wie später noch auseinander

zu setzen sein wird, wohl nur in stofflichen Veränderungen der irritablen Substanz in der nächsten Umgebung der zerstörten Stelle zu suchen sein dürfte, so konnte man wohl voraussetzen, dass es auch durch andersartige, insbesondere chemische Mittel gelingen würde, dieselbe Wirkung hervorzubringen.

Ich habe von diesem Gesichtspunkte aus eine grosse Anzahl von Versuchen angestellt, bei denen das eine oder andere Ende eines curarisirten Sartorius der Einwirkung verschiedener, mehr oder weniger eingreifend wirkender, chemischer Substanzen ausgesetzt wurde.

A. Einwirkung der Säuren.

Die Versuche wurden ganz ebenso angestellt, wie die im Abschnitte I beschriebenen. Die Säuren wurden entweder concentrirt oder auch in wechselndem Grade verdünnt angewendet; es genügt im ersteren Falle, das Muskelende mit einem in die betreffende Säure getauchten Glasstäbchen zu berühren, andernfalls muss man dasselbe länger der Einwirkung der verdünnten Säure aussetzen, was entweder durch Auflegen eines kleinen mit der zu prüfenden Flüssigkeit getränkten Baumwollbausches oder auch durch Eintauchen des tibialen Endes eines vertical aufgehängten Sartorius bewerkstelligt werden kann.

Ich habe in dieser Weise, besonders unter Anwendung der graphischen Methode, sowohl die Einwirkung anorganischer (HCl, H_2SO_4, HNO_3, H_3PO_4) als auch die einiger organischen Säuren (Essigsäure, Milchsäure, Ameisensäure) auf die Muskelsubstanz geprüft und ausnahmslos gefunden, dass die Erregung, welche unter normalen Verhältnissen bei der schliessung eines Stromes an der Austrittsstelle desselben aus der contractilen Substanz, bei der Öffnung dagegen an der Eintrittsstelle ausgelöst wird, ausbleibt oder doch nur in geringerem Grade auftritt, wenn die wirksame Elektrode an dem gesäuerten Muskelende sich befindet.

Es gilt dies natürlich wieder nur für Ströme, deren Intensität eine gewisse Grenze nicht überschreitet; diese Grenze liegt im Allgemeinen niedriger, als bei thermischer Abtödtung des einen Muskelendes.

Ein Unterschied in der Wirkungsweise der genannten Säuren macht sich nur in der Richtung geltend, dass, während bei den einen (HCl, CH_2O_2) die Erscheinungen localer Erregbarkeitsminderung sehr scharf hervortreten, so dass es ziemlich starker Ströme bedarf, um von der gesäuerten Stelle aus deutliche Erregung zu erzielen, dies bei Anwendung anderer (H_2SO_4, $C_2H_2O_4$) nicht in so ausgeprägter Weise der Fall ist, obschon es bei hinreichender Concentration im einen wie im anderen Falle zu vollständiger Zerstörung aller Lebenseigenschaften der Muskelsubstanz am Orte der directen Einwirkung gekommen ist.

Man kann, wie ich glaube, schon aus dieser einen Thatsache (ich werde später deren noch mehrere andere zu erwähnen haben) mit ziemlicher Sicherheit den Schluss ziehen, dass es nicht sowohl von dem wirklichen Abgestorbensein der contractilen Substanz an irgend einer beschränkten Stelle, sondern vielmehr von der Art des Eingriffes und der dadurch bedingten (chemischen) Veränderung der zunächst an die todte Substanz grenzenden, in einem gewissen Grade noch erregbaren Muskelquerschnitte abhängt, ob und in welchem Grade der Schliessungs-, beziehungsweise Öffnungsreiz an der betreffenden Stelle als wirksam sich erweist.

Da bekanntlich das Absterben der Muskelsubstanz mit Säurebildung verknüpft ist, so war der Gedanke naheliegend, ob nicht etwa die der partiellen Säuerung analoge Wirkung einseitiger Abtödtung des Muskels durch Wärme oder durch mechanische Eingriffe dadurch erklärt werden könnte, dass die Erregbarkeit der Muskelsubstanz durch die in unmittelbarer Umgebung der verletzten Stelle in Folge der fortschreitenden Erstarrung gebildete Fleischmilchsäure local herabgesetzt ist. Es hat ja bekanntlich Ranke[1] den interessanten Nachweis geliefert, dass schon die Anwesenheit sehr geringer Mengen gewisser, von ihm

[1] Ranke, Tetanus, p. 329 ff.

als „Ermüdungsstoffe“ bezeichneter Körper in der contractilen Substanz genügt, um die Erregbarkeit und dem entsprechend auch die Leistungsfähigkeit des Muskels sehr wesentlich herabzusetzen, und gerade von der Milchsäure behauptet nun Ranke, dass ihr in besonders hohem Maasse diese „ermüdende“ Wirkung zukommt, indem schon sehr kleine Mengen derselben, in den Kreislauf gebracht, die Erregbarkeit der Gesammtmusculatur sehr bedeutend herabzusetzen vermögen.

Mit Rücksicht auf diese Versuchsergebnisse Ranke's habe ich es daher versucht, die Einwirkung der „Ermüdungsstoffe“ auch bei localer und möglichst umgrenzter Application auf das eine Ende des curarisirten *Musc. sartorius* zu prüfen und zu untersuchen, in welcher Weise dadurch der Erfolg der elektrischen Reizung beeinflusst wird. Ich durfte hoffen, durch diese Versuche günstigen Falls eine Methode zu finden, die es gestattete, eine locale Herabsetzung der Erregbarkeit des Muskels in bei weitem schonenderer Weise herbeizuführen, als es jemals durch mechanische oder thermische Eingriffe möglich ist, und insbesondere die normalen Gestaltverhältnisse beider Muskelenden dabei möglichst unverändert zu erhalten, was ja auch bei Anwendung sehr verdünnter Mineralsäuren nicht möglich ist, da dieselben meist eine so bedeutende Wulstung der Muskelsubstanz bewirken, dass nebst der Herabsetzung der Erregbarkeit für die eine Stromesrichtung noch andere Nebenerscheinungen beobachtet werden, die ich bereits oben erwähnte und auf die ich noch ausführlicher zurückkomme.

Die ersten Versuche, die ich mit Gährungsmilchsäure in hohen Verdünnungsgraden anstellte, entsprachen nun keineswegs den gehegten Erwartungen; längere (10—15 Min.) Einwirkung der sehr stark verdünnten Säure auf das untere Sartoriusende hatte allerdings in allen Fällen eine deutlich verminderte Wirkung der Schliessung schwacher ↓ Ströme zur Folge, aber selbst wenn das tibiale Muskelende durch Eintauchen in die fast concentrirte Säure vollständig abgetödtet wurde, wären die Folgen localer Erregbarkeitsherabsetzung nicht wesentlich ausgesprochener. Jedenfalls steht die Milchsäure in dieser Beziehung den Mineralsäuren weit nach, und es gilt dies sowohl von der Gährungsmilchsäure wie auch von der Fleischmilchsäure, mit der ich

ebenfalls eine Reihe von Versuchen angestellt habe. Es war demnach nicht anzunehmen, dass die mit dem Absterben einhergehende Säuerung der Muskelsubstanz die wesentliche Ursache der nach einseitiger Verletzung des Sartorius zu beobachtenden Erscheinungen localer Erregbarkeitsherabsetzung ist. Übrigens soll nicht geleugnet werden, dass das Vorhandensein freier Säure dazu irgendwie beizutragen vermag, wenn auch ein sofort zu erwähnender Versuch darzuthun scheint, dass diese Mitwirkung wohl kaum sehr in Betracht kommen dürfte. Behandelt man nämlich das tibiale Sartoriusende mit destillirtem Wasser, so lässt sich auch nach lange dauernder Einwirkung ($^1/_2$—1 Stunde) und ungeachtet der sauren Reaction des so entstandenen, wasserstarren getrübten Wulstes, keine irgendwie in Betracht kommende Verminderung der Erregbarkeit für Schliessung absteigender, respective Öffnung aufsteigender Ströme nachweisen, ja ich habe sogar stets im ersten Stadium der Wassereinwirkung eine ganz unzweifelhafte örtliche Erhöhung der Erregbarkeit gesehen.

Da nach Ranke's Erfahrungen der wässerige Auszug von Muskelfleisch, der nebst freier Milchsäure noch reichlich Kalisalze (insbesondere saures Phosphat) enthält, die Erregbarkeit der gesammten Musculatur bei Injection in die Blutbahn in hohem Grade beeinträchtigt, so waren vielleicht auch bei localer Anwendung desselben auf den Muskel günstigere Resultate zu gewärtigen, als mit Lösungen von reiner Milchsäure.

Ich bereitete gewöhnlich einen wässerigen Auszug aus tetanisirten Froschmuskeln, um eine möglichst grosse Menge von Zersetzungsproducten der contractilen Substanz in Lösung zu erhalten; die Muskeln wurden fein zerschnitten entweder mit kaltem Wasser übergossen und einen Tag lang stehen gelassen, oder ich erwärmte sofort auf etwa 40° C., filtrirte heiss und entfernte durch Aufkochen zum grössten Theile die hierbei gerinnenden Eiweisskörper. Statt der auf diese Weise dargestellten schwach gelblich gefärbten, klaren Lösung, deren Reaction deutlich sauer ist, habe ich mich später auch einer wässerigen Lösung von Liebig'schem Fleischextract mit Vortheil bedient.

Sowohl das Fleischwasser, als auch die letzterwähnte Lösung, wirken, wir hier beiläufig erwähnt sein mag, als starke

chemische Reize auf die Muskelsubstanz, und es dürfte diese Wirkung identisch sein mit jener, welche man auch beobachtet, wenn zerquetschtes Muskelfleisch mit der Oberfläche eines gut erregbaren Muskels in Berührung kommt. Bringt man nach sorgfältiger Entfernung des Sartorius ein kleines Tröpfchen Fleischwasser auf die blossgelegte Oberfläche des *M. adductor magnus*, so beginnt alsbald ein lebhaftes, längere Zeit andauerndes Spiel fibrillärer Zuckungen, das wohl kaum anders, als durch chemische Reizung zu erklären sein dürfte. Aber auch bei dem Eintauchen des unverletzten Sartoriusendes lässt sich die Wirkung der genannten Lösung als chemischen Reizmittels sehr deutlich erkennen; während nämlich der Muskel unmittelbar nachdem er mit der Flüssigkeit in Berührung gekommen ist, noch ganz ruhig hängt, beginnen alsbald deutliche, bald in unregelmässigen Pausen, bald streng rythmisch erfolgende Contractionen, die sich über einen grösseren oder kleineren Theil des Muskels erstrecken und unter Umständen sehr lange Zeit hindurch beobachtet werden können; dieselben hören nicht unmittelbar nach dem Herausziehen des Muskels aus der Lösung auf, sondern dauern auch ausserhalb derselben noch einige Zeit fort. Es ist dieser Umstand von Wichtigkeit, da nach den Erfahrungen von Hering ganz ähnliche Bewegungen des Sartorius zu beobachten sind, wenn derselbe verletzt in eine leitende Flüssigkeit getaucht wird, die erfahrungsgemäss nicht als chemisches Reizmittel wirkt (0·6% NaCl-lösung); die ebenerwähnten Reizerscheinungen sind, wie Hering[1] gezeigt hat, durch Nebenschliessung des Muskelstromes bedingt und hören sofort auf, wenn der Muskel aus der Kochsalzlösung herausgezogen wird.

Ich muss noch erwähnen, dass auch sämmtliche von mir daraufhin untersuchte Säuren schon bei hohen Verdünnungsgraden als starke chemische Reizmittel der Muskelsubstanz angesehen werden müssen.

Wenn man nun die elektrische Erregbarkeit eines stark mit Curare vergifteten Sartorius, dessen tibiales Ende in einer Ausdehnung von 3—4 Mm. längere Zeit (5—10 Min.) mit einer

---

[1] Hering, W. S. B. 1879, Beitr. zur allgem. Muskel- und Nervenphysiologie I., Bd. LXXIV., III. Abth., Jänner-Heft.

Lösung, welche die durch Wasser extrahirbaren Zersetzungsproducte der Muskelsubstanz enthält, in Berührung stand, dadurch prüft, dass man den constanten Strom, dessen Intensität durch ein Rheochord beliebig abgestuft werden kann, in wechselnder Richtung durch den Muskel schickt, so findet man ausnahmslos die Erregbarkeit für Schliessung des ↓ und Öffnung des ↑ Stromes mehr oder minder geschwächt.

Ich bediente mich hier meist der bereits oben beschriebenen Versuchsanordnung, wobei der Muskel, völlig unbelastet, bei jeder kräftigeren Zuckung den Strom selbst unterbricht, indem er sich von dem Spiegel der die Zuleitung desselben auf der einen Seite vermittelnden 0·6% NaCl-Lösung abhebt, wenn die Grösse der Verkürzung dazu hinreicht; bei der Wiederverlängerung des Muskels erfolgt dann abermals Schliessung des Stromes und so sieht man bei genügender Erregbarkeit des Präparates immer eine ganze Reihe Einzelzuckungen in rascher Aufeinanderfolge ablaufen. Die erste Folge einer durch den Fleischsaft bewirkten localen Erregbarkeitsherabsetzung besteht nun zumeist darin, dass bloss im Moment der ersten Schliessung eine Zuckung erfolgt, während schon die nächste durch die Wiederverlängerung des Muskels kurz darauf erfolgende Schliessungserregung erfolglos bleibt; in einem späteren Stadium bleibt dann auch die erste Zuckung aus, und es kommt nur zu einer mehr oder minder deutlichen Dauercontraction der zunächst oberhalb der eingetauchten Strecke gelegenen Muskelquerschnitte.

Es muss bemerkt werden, dass, da es sich auch hier wie in den früher erwähnten Versuchen nicht um eine völlige Vernichtung, sondern nur um eine durch locale „Ermüdung" bedingte Verminderung der Erregbarkeit für die eine Stromesrichtung handelt, starke ↓ Ströme einen am unteren Ende mit Fleischsaft behandelten Sartorius zu erregen vermögen, obschon nicht die kleinste wahrnehmbare Bewegung desselben Muskels den Moment verräth, in welchem ein schwächerer ↓ Strom einbricht, wenngleich die Intensität desselben vollständig ausreicht, um bei ↑ Richtung maximale Schliessungserregung auszulösen. So finde ich in meinen Versuchsprotokollen viele Fälle verzeichnet, wo der Strom von 2 Daniell'schen Elementen bei eingeschaltetem Rheochordwiderstande 200 keine Schliessungszuckungen

des am unteren Ende mit Fleischsaft behandelten Sartorius auslöste, wenn er in ↓ Richtung den Muskel durchfloss, während im umgekehrten Falle bereits bei Rheochordwiderstand 10 nahezu maximale Schliessungserregung erfolgte.

Eine äusserlich sichtbare Veränderung liess der in Fleischwasser getauchte Theil des Muskels nicht erkennen, und da durch Auslaugen mit 0·6% NaCl-Lösung die normale Erregbarkeit für beide Stromesrichtungen schon nach kurzer Zeit (10—15 Min.) vollständig wieder hergestellt werden konnte, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass durch gewisse in dem wässerigen Auszug von Muskelfleisch enthaltene Substanzen (wahrscheinlich Kalisalze) die Erregbarkeit des damit behandelten Muskels an der Applicationsstelle herabgesetzt wurde, ohne dass tiefer greifende physikalische oder chemische Veränderungen der contractilen Substanz daselbst nachweisbar wären; denn diese hätten sich wohl kaum durch blosses Auswaschen mit einer indifferenten Flüssigkeit so rasch beseitigen lassen.

Ich glaube, die im Fleischsaft reichlich enthaltenen Kalisalze für die eben erwähnte Wirkung verantwortlich machen zu müssen, da, wie schon erörtert worden, Lösungen von reiner Milchsäure die Erregbarkeit des einseitig damit behandelten Sartorius nur in geringem Grade für die eine Stromesrichtung herabzusetzen vermochten. Ehe ich jedoch zur Begründung dieser Ansicht schreite, will ich noch eine Thatsache erwähnen, deren bereits oben bei Besprechung der Wirkung eines an dem tibialen Sartoriusende angelegten thermischen Querschnittes gedacht wurde, die jedoch insbesondere nach Einwirkung starker Säuren mit grosser Regelmässigkeit zu beobachten ist, ich meine die scheinbare Erhöhung der Erregbarkeit für die Schliessung des ↑ Stromes, nach Abtödtung des unteren Muskelendes. Ein hierher gehöriger Versuch, dessen Erfolg unter allen Umständen gesichert ist, besteht darin, das tibiale Ende eines curarisirten Sartorius, welcher, eingespannt in den Hering'schen Doppelmyographen eben die erste Spur einer Schliessungszuckung bei ↑ Stromesrichtung erkennen lässt, durch Bepinseln mit concentrirter Salpetersäure, Salzsäure oder irgend einer anderen, starke Wulstung der Muskelsubstanz bewirkenden, Säure zu zerstören:

man beobachtet dann regelmässig eine mächtige und dauernde Verstärkung der Schliessungszuckung bei der betreffenden Stromesrichtung. Ich habe nicht unterlassen, mich durch Controllversuche davon zu überzeugen, dass auch dieses Phänomen durch eine absolute Zunahme der Stromesintensität erklärt werden muss; es wurden zwei Sartorii gleichzeitig und in gleicher Richtung in denselben Stromkreis eingeschaltet und die Erregbarkeit des einen für die Schliessung des ↑ Stromes geprüft, nachdem das tibiale Ende des anderen Muskels durch Säure zerstört worden war, wobei stets eine deutliche Verstärkung der Schliessungszuckung nachgewiesen werden konnte. Allerdings schien es mir, als ob dies nicht in demselben Masse der Fall wäre, wie nach Einwirkung der Säure auf das untere Ende eines und desselben Muskels, und ich will daher ausdrücklich dahingestellt sein lassen, ob hier nicht etwa doch die Beseitigung eines von der Anode ausgehenden Hemmungsvorganges mit in's Spiel kommt. Nur eine grosse Versuchsreihe mit Berücksichtigung der sich dabei ergebenden Mittelwerthe könnte, wie ich glaube, zu einer Entscheidung dieser wichtigen Frage führen.

B. Wirkung der Kalisalze.

Da die Kalisalze, wie insbesondere Ranke gezeigt hat, als heftige Muskelgifte, sowohl bei Einverleibung in den Kreislauf, wie auch bei directer Einwirkung auf die contractile Substanz, sich erweisen, und da die durch den Fleischsaft erzeugte locale Herabsetzung der Erregbarkeit möglicher Weise auf dessen Gehalt an Kaliverbindungen zu beziehen ist, wie bereits oben angedeutet wurde, so war zu untersuchen, ob sich nicht Anhaltspunkte für diese Anschauung finden lassen.

Ich habe Versuche angestellt mit gesättigten, wie auch verdünnten Lösungen von KH_2PO_4, KNO_3, K_2CO_3 und KCl und konnte in allen Fällen eine bedeutende Herabsetzung der Erregbarkeit constatiren, wenn die wirksame Elektrode an dem mit den genannten Salzen behandelten Muskelende sich befand.

Um diese Versuche graphisch darstellen zu können, habe ich mich wieder der schon mehrfach erwähnten kleinen Baumwollbäusche bedient, die mit den Lösungen benetzt auf das betreffende

Ende des in den Doppelmyographen eingespannten, mit Curare vergifteten Sartorius aufgelegt wurden. Am wirksamsten zeigten sich Lösungen von saurem Kaliumphosphat (1—2%) und Salpeter (2%), schwächer wirkten schon Chlorkalium (4%) und K_2CO_3 (2%). Die Dauer der Einwirkung beschränkte sich hier, wie auch in den Säureversuchen auf 5—10 Minuten.

Alle von mir geprüften Kalisalze erwiesen sich als starke chemische Reizmittel; ein kleiner Tropfen Salpeterlösung auf die blossgelegte Oberfläche des Adductor magnus gebracht, bewirkt sofort eine starke Zusammenziehung der oberflächlich gelegenen mit der Lösung direct in Berührung gekommenen Muskelfasern, woran sich eine oft lange anhaltende fibrilläre Unruhe schliesst; ebenso wirkt auch das Eintauchen des einen oder anderen unverletzten Sartoriusendes in die sehr verdünnte Lösung eines Kalisalzes stark erregend.

War die Concentration der angewendeten Lösung nicht allzugross, so gelang es stets, die Folgen der durch Kalisalze bewirkten localen Erregbarkeitsherabsetzung des Muskels durch längeres Auslaugen mit 0·6% NaCl-Lösung zu beseitigen.[1]

C. Wirkung des Alkohols und des Sublimates.

Ehe ich nun noch zur Besprechung einer anderen Gruppe chemischer Substanzen übergehe, deren Wirkung auf die Muskelsubstanz eine der vorstehend erörterten gerade entgegengesetzte ist, habe ich noch zwei Körper zu erwähnen, bei deren Anwendung der Einfluss localer, durch chemische Mittel bewirkter Erregbarkeitsminderung des quergestreiften Muskels, auf den Erfolg der elektrischen Reizung besonders schlagend hervortritt; es sind dies der Alkohol und das Sublimat.

Durch das letztere Salz wird die contractile Substanz bekanntlich sehr rasch zur Gerinnung gebracht; um jedoch sicher zu sein, dass bei dem Einhängen des tibialen Sartoriusendes in eine concentrirte Lösung auch die inneren Fasern

---

[1] Man kann den Sartorius zu diesem Zwecke entweder ganz oder nur, soweit sich die Einwirkung der Kalisalze erstreckte, in Kochsalzlösung tauchen.

ergriffen werden, muss man dieselbe ziemlich lange einwirken lassen, da sich sonst um das eingetauchte Muskelstück nur eine Rinde coagulirter Substanz bildet, während im Innern noch normale Fasern sich befinden können.

Sowohl der Alkohol als auch die Sublimatlösung sind ausserordentlich schlechte Elektricitätsleiter, und es muss dem entsprechend die Intensität eines elektrischen Stromes, der einen partiell mit den genannten Substanzen durchtränkten Muskel durchfliesst, abnehmen. Die so auffallend starke Beeinträchtigung der Erregbarkeit eines einseitig alkoholisirten oder mit Sublimat behandelten Sartorius für die eine Stromesrichtung ist gewiss zum Theil auf den erwähnten Umstand zurückzuführen, wie unter anderem schon daraus hervorgeht, dass dann immer auch die wirksame entgegengesetzte Stromesrichtung eine merklich abgeschwächte Erregung bedingt.

Dessenungeachtet ist aber die Verminderung der Stromesstärke nicht der einzige und nicht einmal der wichtigste Grund für das abweichende Verhalten eines partiell mit den in Rede stehenden Substanzen behandelten Sartorius bei elektrischer Reizung, wie sich leicht zeigen lässt, wenn man vermittels des Rheochords die Stromesintensität allmälich steigert. Es gelingt dann immer leicht, vom unversehrten Muskelende aus maximale Zuckungen auszulösen, während Schliessung des Stromes in der umgekehrten Richtung durchaus erfolglos bleibt (Tafel I, Curve 2).

Durch Auswaschen mit 0·6% NaCl-Lösung lässt sich die normale Erregbarkeit des an einem Ende mit verdünntem (1:3) Alkohol behandelten Sartorius für beide Stromesrichtungen wieder herstellen, während der gleiche Versuch nach Sublimatbehandlung niemals von Erfolg begleitet ist.

D. Wirkung der Natronsalze und des Veratrins.

Es war von Interesse zu untersuchen, ob die den Kaliumverbindungen in chemischer Beziehung so nahestehenden entsprechenden Natriumsalze eine ähnliche Wirkung auf die Muskelsubstanz bei directer, örtlicher Application zeigen, wie jene. Es ist hier zunächst zu bemerken, dass auch bei Abtödtung des einen oder anderen Sartoriusendes vermittels concentrirter Lösungen

von NaOH, Na_2CO_3, NaCl, Na_2SO_4 oder $NaNO_3$ regelmässig die elektrische Reizung des ganzen Muskels von einem geringeren Erfolge, als vorher, begleitet wird, wenn die wirksame Elektrode an dem abgestorbenen Ende sich befindet; doch sind immerhin die Erscheinungen localer Verminderung der Erregbarkeit viel weniger ausgesprochen, wie nach Anlegung eines thermischen Querschnittes oder nach Behandlung des einen Muskelendes mit Säuren, Kalisalzen, Alkohol oder Sublimat. Ganz anders gestaltet sich jedoch das Verhalten eines Sartorius, dessen eines Ende mit entsprechend verdünnten Lösungen der genannten Natronsalze behandelt wurde, wie auch in den ersten Momenten der Einwirkung starker Lösungen.

Es ist eine altbekannte Thatsache, dass Muskeln und Nerven, sowie auch die meisten anderen irritablen Gebilde (Flimmerzellen, weisse Blutkörper etc.) ihre Erregbarkeit in schwachen Lösungen neutraler Natronsalze und insbesondere des NaCl (0·5—1%) ausserordentlich lange bewahren; so erwähnt Ranke[1] eines Falles, wo er Froschmuskeln in schwacher NaCl-Lösung mehrere Tage lebend erhielt, und ich kann dies aus eigener Erfahrung bestätigen; auch schwache Lösungen von Na_2SO_4 oder $NaNO_3$ erweisen sich als nahezu indifferent für den Muskel und treten hiedurch in einen sehr auffallenden Gegensatz zu den entsprechenden Kaliverbindungen, von denen ja bereits erwähnt wurde, dass sie auch selbst in sehr verdünnten Lösungen alsbald die Erregbarkeit der Muskelsubstanz vernichten.

Bereits ältere Erfahrungen haben ferner gezeigt, dass das alkalische Na_2CO_3 und NaOH die Erregbarkeit contractiler Gebilde (Saamenfäden, Flimmerzellen) sehr bedeutend zu steigern vermag, und aus neueren Untersuchungen[2] scheint hervorzugehen, dass dieselben Natriumverbindungen bei dem Zustandekommen der Herzcontraction eine sehr bedeutende Rolle zu spielen vermögen.

Ein solcher erregbarkeitserhöhender Einfluss gewisser Natronsalze, insbesondere des Na_2CO_3 und Na_2SO_4 tritt sehr deutlich hervor,

---

[1] Ranke, Lebensbeding. der Nerven, p. 65.

[2] Gaule, Du Bois-Reymonds Archiv f. Phys. 1878.

wenn der *Musc. sartorius* entweder ganz oder partiell mit entsprechend verdünnten Lösungen derselben behandelt wird.

Taucht man das schmale, tibiale Ende eines curarisirten, unverletzten Sartorius in eine 0.5—1% Lösung von Na_2CO_3, so bemerkt man unmittelbar nachher keinerlei Erregungserscheinungen des Muskels, doch dauert es gewöhnlich nicht lange, bis Pulsationen in meist rythmischer Weise auftreten, die sich ab und zu bis zu kräftigen Contractionen des ganzen Muskels steigern; die physikalischen Eigenschaften (Farbe, Durchsichtigkeit) der Muskelsubstanz werden durch schwache Lösungen von Na_2CO_3 Na_2SO_4 ebensowenig verändert, wie durch 0·6% NaCl-Lösung.

Ausnahmslos ist nach etwa 5 Minuten dauernder Behandlung des unteren Sartoriusendes mit Na_2CO_3 die Erregbarkeit des Muskels für Schliessung schwacher ↓ Ströme ausserordentlich gesteigert, während der ↑ Strom bei der Schliessung in normaler Weise erregend wirkt, jedoch Öffnungserregung bereits bei einer so geringen Stromstärke und nach so kurzer Schliessungsdauer auslöst, wie es an einem normalen Muskel niemals beobachtet wird. (Dasselbe gilt natürlich mutatis mutandis auch dann, wenn das Beckenende des Sartorius mit Na_2CO_3 behandelt wurde). Tafel I, Curve 4.

Bisweilen, jedoch nur bei Anwendung sehr schwacher ↑ Ströme, tritt die Öffnungszuckung sehr bedeutend verspätet ein. Eine hierher gehörige analoge Beobachtung theilt auch Pflüger[1] mit; dieser Forscher hatte bei Reizung des *N. ischiadicus* vom Frosch nicht selten bemerkt „dass die Öffnungszuckung dem Augenblicke der Öffnung des ↓ Stromes um eine sehr lange Zeit nachfolgt, die oft mehrere Secunden beträgt." Pflüger weist darauf hin, dass diese Erscheinung sehr schlagend beweist, dass die Öffnungserregung, wie bereits Ritter betont hatte, nicht sowohl durch das Verschwinden des Stromes als solchem, sondern vielmehr einer durch den letzteren bedingten Zustandsveränderung der Nervensubstanz verursacht wird. Die erhöhte Erreg-

[1] Pflüger, Elektrotonus, p. 75.

barkeit eines einseitig mit Na_2CO_3 behandelten Sartorius für die Schliessung bei der einen, die Öffnung bei der anderen Stromesrichtung macht sich, wie noch zu bemerken ist, nicht nur dadurch bemerkbar, dass die Zuckungsgrösse, wenn sie nicht vorher schon maximal war, ausserordentlich wächst, sondern es nimmt auch in entsprechendem Grade die Schliessungs-, beziehungsweise Öffnungsdauercontraction zu oder kommt schon bei einer Stromstärke zum Vorschein, bei der sie unter normalen Verhältnissen niemals beobachtet wird.

Da, wie oben gezeigt wurde, schon sehr verdünnte Lösungen von Na_2CO_3 oder NaOH als starke chemische Reizmittel der Muskelsubstanz betrachtet werden müssen, so liegt es nahe, die so bedeutend gesteigerten Reizerfolge nach Behandlung mit den erwähnten Stoffen durch eine Summation des chemischen und des neu hinzukommenden elektrischen Reizes zu erklären. Gegen diese Auffassung lassen sich jedoch folgende Einwände geltend machen.

Zunächst muss darauf hingewiesen werden, dass sowohl Säuren, wie auch gewisse Kalisalze in gleicher Verdünnung ebenfalls als starke und nachhaltig wirksame chemische Reizmittel sich erweisen, wie oben bereits auseinandergesetzt wurde; man müsste also folgerichtig auch hier eine merklich verstärkte Reizwirkung erwarten, wenn die wirksame Elektrode an jenem Ende des Sartorius sich befindet, welches vorher der Einwirkung der genannten Substanzen ausgesetzt worden war, zum mindesten müsste dies in den ersten Zeitmomenten der Fall sein; niemals aber habe ich mich davon überzeugen können, dass der örtlichen Herabsetzung der Erregbarkeit ein Stadium der Erhöhung derselben vorausgeht, wie es allerdings der Fall ist, wenn das eine Muskelende durch Behandlung mit concentrirten Lösungen von Natronsalzen abgetödtet wird.

Es sind mir übrigens nicht selten Fälle vorgekommen, wo bei einseitiger Behandlung eines im Doppelmyographen eingespannten Sartorius mit Kalisalpeter, an dem anderen unversehrten Muskelende noch deutlich fibrilläre Unruhe wahrgenommen werden konnte als Folge der fortgepflanzten chemischen Erregung, während dennoch der Kathodenreiz vom anderen Ende aus gar keine Schliessungszuckung des Muskels auslöste, obschon daselbst

sicher erregte Substanz vorhanden war und man demnach eine Summation der Reize hätte erwarten können.

Es scheint mir daher nach dem eben Mitgetheilten ziemlich sicher zu sein, dass die nach Behandlung eines Muskels mit Na_2CO_3, Na_2SO_4, Na_2OH und, wie ich noch hinzufügen will, bisweilen auch bei Anwendung mittelstarker Lösungen von NaCl (2—4%) so auffallend hervortretende Steigerung der Erfolge elektrischer Reizung, nicht sowohl durch Summation eines bereits vorhandenen und eines neu hinzukommenden Reizes zu erklären sei, sondern dass es sich vielmehr um eine specifische Wirkung der genannten Körper handelt, der zufolge die contractile Substanz schon durch die Anwesenheit sehr geringer Mengen jener Stoffe derart verändert wird, dass sie leichter und schon bei schwächeren elektrischen Reizen in den Zustand der Erregung geräth, als dies normaler Weise der Fall ist.

Wird ein curarisirter Sartorius ganz in eine mit Na_2CO_3 schwach alkalisch gemachte 0·5% NaCl-Lösung getaucht, so treten die bereits oben geschilderten Erscheinungen chemischer Erregung (Pulsationen und Zuckungen) noch viel deutlicher hervor, und es erweist sich nach einiger Zeit die Erregbarkeit des Muskels für beide Stromesrichtungen in gleichem Grade gesteigert; man hat dann oft Gelegenheit zu beobachten, dass der Muskel nach einem sehr kurz dauernden Schliessungsreiz nicht sofort seine ursprüngliche Länge wieder erreicht, sondern einige Zeit in einem mehr oder minder deutlichen Contractionszustande verharrt, aus dem er erst ganz allmählich in die Ruhelage zurückkehrt; dieselbe (bereits von Nasse[1] beobachtete) Erscheinung sieht man unter Umständen auf die Kathodenhälfte eines in der Mitte fixirten Sartorius beschränkt auftreten, wenn bloss das eine Muskelende mit Na_2CO_3 behandelt wurde und der Strom an diesem Ende austritt. Ich komme unten auf diese Thatsache nochmals zurück.

Das schwefelsaure Natron, das selbst in gesättigter Lösung nur wenig eingreifend auf den Muskel wirkt, stimmt im Übrigen mit dem Na_2CO_3 in jeder Beziehung überein; um nicht bereits Gesagtes nochmals zu wiederholen, will ich mich darauf be-

[1] Pflüger's Arch. II., p. 117.

schränken zu bemerken, dass in allen Fällen etwa 5 Minuten nach Auflegen eines kleinen mit der genannten Salzlösung benetzten Baumwollbausches auf das tibiale Ende eines im Doppelmyographen befindlichen curarisirten Sartorius die Erregbarkeit für Schliessung ↓ gerichteter schwacher Ströme sehr bedeutend gesteigert erscheint, indem nicht nur die Zuckungsgrösse zugenommen hat, sondern auch der Muskel, soweit er mit der Lösung in Berührung gekommen war, nach einem kurz dauernden Schliessungsreiz in dauernde Verkürzung geräth, die erst allmälich wieder schwindet; doch ist diese, wie bereits erwähnt wurde, auch nach Einwirkung von Na_2CO_3 zuweilen auftretende Erscheinung nicht immer gleich gut zu beobachten; dagegen ist das Auftreten der Öffnungszuckung bei schwachen ↑ Strömen auch nach kurzer Schliessungsdauer eine der nie fehlenden Wirkungen der auf das untere Sartoriusende beschränkten Behandlung mit Na_2SO_4.

E. Wirkung des Veratrins.

Im Anschlusse an die soeben mitgetheilten Beobachtungen möchte ich noch über einige Versuche berichten, die ich mit Veratrin angestellt habe, einem Alkaloïd, dessen merkwürdige Einwirkung auf die Substanz des quergestreiften Muskels bekanntlich Kölliker[1] entdeckt hat, und die später von Bezold[2], Fick und Böhm[3] und Anderen genauer studirt wurde.

Ich habe die Veratrinversuche ausschliesslich unter Anwendung der graphischen Methode angestellt und mich darauf beschränkt, die Veränderungen der Zuckungscurve zu studiren, wenn nur jene Stelle des Muskels, an welcher normaler Weise der Erregungsvorgang bei Einwirkung des elektrischen Stromes ausgelöst wird, der Giftwirkung unterliegt.

Wenn man die Stromstärke so wählt, dass der in den Doppelmyograph eingespannte, in der Mitte fixirte Sartorius bei Schliessung, sowohl des ↓ als auch des ↑ gerichteten Stromes

---

[1] Kölliker, Virchow's Archiv, Bd. X, 3. Heft.

[2] Bezold, Würzburger Untersuch. 1867.

[3] Fick u. Böhm, Unters. aus d. physiol. Labor. d. Würzb. Hochschule, 1873.

deutliche Zuckungen ohne stark hervortretende Schliessungsdauercontraction gibt, so ist der erste Erfolg, den man schon nach kurzer (3—5 Min. dauernder) Einwirkung einer sehr stark verdünnten Lösung von essigsaurem Veratrin auf das tibiale Muskelende beobachtet, einerseits eine sehr beträchtliche Verstärkung der Schliessungszuckung bei ↓ Strome und andererseits eine sehr deutliche Dauercontraction, welche sich nun an die Zuckungscurve der Kathodenhälfte anschliesst. Während aber, wie es bei einem Muskel, dessen Erregbarkeit als normal bezeichnet werden kann, fast stets der Fall zu sein pflegt, die dauernde Verkürzung an der Kathode bei Öffnung des Stromes sofort verschwindet, verhält sich der partiell veratrinisirte Sartorius ganz anders; hier erfolgt in allen Fällen die Wiederverlängerung der Kathodenhälfte des Muskels nur sehr allmälich, während der zeitliche Verlauf der Zuckung der Anodenhälfte sich vom normalen nicht unterscheidet; die dauernde Verkürzung der veratrinisirten Muskelhälfte ist natürlich um so beträchtlicher, ein je grösserer Theil derselben mit dem Gifte in Berührung gekommen war. Da, wie aus dem Erfolge der Schliessung des ↓ Stromes zu ersehen ist, die Erregbarkeit der Muskelsubstanz im ersten Stadium der Veratrinwirkung sehr beträchtlich gesteigert ist, so war vorauszusehen, dass auch die Öffnungserregung an der mit dem Gifte behandelten Stelle leichter würde auszulösen sein, als es normaler Weise der Fall ist; man sieht denn auch in der That schon nach sehr kurz dauernder Schliessung eines ↑ Stromes regelmässig Öffnungserregung erfolgen, in genau derselben Weise, wie man es auch nach Behandlung des unteren Sartoriusendes mit Na_2CO_3 oder Na_2SO_4 zu beobachten Gelegenheit hat.

Das zweite Stadium der Veratrinwirkung ist sowohl nach Einbringen des Giftes in den Kreislauf als auch bei directer Einwirkung auf die Muskelsubstanz, wie schon Bezold und Hirt[1] gefunden haben, charakterisirt „durch eine sehr bedeutende Herabsetzung und schliessliche Vernichtung der Erregbarkeit"; in damit übereinstimmender Weise ändert sich daher auch der Erfolg der elektrischen Reizung des Sartorius bei einseitiger partieller Vergiftung desselben. Bringt man einen Tropfen einer

[1] Bezold und Hirt, Unters. aus d. Würzburger Laborator. I. p. 75. ff.

gesättigten Lösung von *Veratrin acet.* auf das tibiale Muskelende, so ist das Stadium, in dem die Schliessung des ↓ Stromes eine verstärkte Wirkung hervorbringt, ausserordentlich rasch vorübergehend und kann leicht ganz übersehen werden. Während die Schliessungszuckung bei ↑ gerichtetem Strome weder der Grösse noch auch der Form nach eine wesentliche Änderung erkennen lässt, bewirkt dann die Schliessung des ↓ Stromes eine mit der Dauer der Giftwirkung immer mehr abnehmende Erregung und schliesslich bleibt dieselbe auch bei Anwendung starker Ströme (2—3 Daniell) ganz aus (Tafel I, Curve 3).

Ich muss hier noch einer Thatsache gedenken, die man jedesmal an den Zuckungscurven eines einseitig mit Veratrin behandelten Muskels zu beobachten Gelegenheit hat, und die auf den ersten Blick etwas Auffälliges an sich zu tragen scheint; es zeigt sich nämlich auch an der Anodenhälfte, wenn das betreffende Muskelende vergiftet ist, eine den Schliessungsreiz überdauernde Verkürzung; ja sie kann sogar unter Umständen die Grösse der gleichzeitig an der Kathodenhälfte zu beobachtenden Schliessungsdauercontraction beträchtlich übertreffen (Tafel I, Curve 3).

Es erklärt sich dies einfach aus dem Umstande, dass die den Muskel durchlaufende Contractionswelle, gleichgiltig, von welchem Punkte sie ausgeht, jene Querschnitte, die in dem ersten Stadium der Veratrinwirkung sich befinden, unter allen Umständen zu erhöhter und dauernder Thätigkeit anregt; sie wird sozusagen in der vergifteten Muskelstrecke fixirt.

Zu erwähnen wäre endlich auch noch, dass das Veratrin als starker chemischer Reiz auf die Substanz quergestreifter Muskeln einwirkt.

Es stellt sich demnach zwischen der Einwirkung der oben erwähnten Natronsalze (Na_2CO_3, Na_2SO_4) und des Veratrins auf die Muskelsubstanz eine fast vollständige Analogie heraus, indem sich nur unwesentliche graduelle Unterschiede constatiren lassen.

Da es, wie bereits auseinandergesetzt wurde, in manchen Fällen (bei einseitiger Behandlung des Sartorius mit Fleischwasser, verdünnten Lösungen der meisten Kalisalze oder verdünntem Alkohol) hinreicht, den Muskel einige Zeit mit 0·6% Chlornatriumlösung auszuwaschen, um die gleiche Erregbarkeit für beide Stromesrichtungen wieder herzustellen, so durfte man

erwarten, dass dies noch in viel höherem Grade der Fall sein würde, wenn man statt des blossen Auswaschens den Muskel an der Grenze zwischen der chemisch veränderten und der normalen Substanz mit der Lösung eines jener Körper behandelte, durch deren Einwirkung erfahrungsgemäss die Erregbarkeit der Muskelsubstanz hochgradig gesteigert wird. Es genügt denn auch in der That, das durch einen mechanischen, thermischen oder chemischen Eingriff alterirte Sartoriusende in bekannter Weise mit Na_2CO_3, Na_2SO_4 oder Veratrin zu behandeln, um die für die eine Stromesrichtung vorher stark verminderte Schliessungserregbarkeit wieder herzustellen; bisweilen gelingt es dann sogar, nach Wendung des Stromes Öffnungserregung auszulösen.

III.

Über das Verhalten des einseitig durch mechanische, thermische oder chemische Eingriffe alterirten Sartorius bei Reizung mit einzelnen Inductionsschlägen.

Es wurde von mir[1] durch zeitmessende Versuche der Nachweis geliefert, dass inducirte Ströme auf den quergestreiften Muskel ganz ebenso einwirken, wie Kettenströme von sehr kurzer Dauer, und dass demnach der Erregungsvorgang ausschliesslich an Stelle der Kathode ausgelöst wird. Wenn man die weitere Thatsache berücksichtigt, dass der Öffnungsschlag stärker erregend wirkt als der Schliessungsschlag, so ist es leicht, die Reihenfolge der Erscheinungen zu begreifen, welche man beobachtet, wenn ein durch Curare entnervter Sartorius mit allmälich an Stärke zunehmenden Schliessungs- und Öffnungsschlägen gereizt wird, so dass diese den Muskel der ganzen Länge nach durchsetzen.

Ich habe an anderer Stelle gezeigt, dass der durch die Gestalt des *Musc. sartorius* bedingte Unterschied der Dichte des Stromes an der Ein- und Austrittsstelle den ungleichen Erfolg der Erregung durch den ↓ und ↑ Kettenstrom bedingt; dies

---

[1] Diese Beiträge III. (Wiener akad. Sitzungsber. 1879, Bd. LXXIX, III. Abth., Aprilheft).

gilt nun, wie ich hier bemerken will, nicht nur für den constanten, sondern auch für den inducirten Strom, und es ist demnach dieses Verhalten geeignet, den aus anderen Versuchen abgeleiteten Satz, dass auch die Erregung des Muskels durch Inductionsströme eine polare Wirkung derselben ist, zu bestätigen. Wenn man den Strom eines Daniell'schen Elementes so durch die primäre Spirale eines Du Bois'schen Schlittenapparates leitet, dass der durch Öffnung des primären Kreises ausgelöste Inductionsschlag den im Doppelmyographen eingespannten Sartorius in der Richtung vom Becken- nach dem Knieende hin durchsetzt, so dass dann die Kathode an dem letzteren sich befindet, so erfolgt bei einer gewissen Distanz der beiden Spiralen nur bei der Öffnung des primären Kreises eine Zuckung; kehrt man nun die Richtung des Öffnungsinductionsstromes um, so dass er den Muskel in umgekehrter Richtung durchfliesst (Kathode am Beckenende), so erfolgt keine Zuckung, wenn die Intensität des Stromes unverändert blieb; man muss die secundäre Spirale der primären beträchtlich nähern; um in diesem Falle durch den Öffnungsschlag Erregung zu erzielen.

Übereinstimmende Resultate erhält man auch bei Reizung mit Schliessungsschlägen, wenn sie in wechselnder Richtung den *M. sartorius* durchsetzen, indem sich auch hier ein Unterschied in der erregenden Wirkung zu Gunsten des im Muskel absteigend gerichteten Schliessungsinductionsstromes geltend macht.

Bei der vollständigen Übereinstimmung der Reizerfolge bei Anwendung von constanten und inducirten Strömen war zu erwarten, dass dieselben im einen wie im anderen Falle gleichsinnige Veränderungen erleiden würden, wenn das eine Muskelende irgendwie abgetödtet wird. Es zeigte sich denn auch übereinstimmend mit dieser Voraussetzung, dass sowohl Öffnungswie auch Schliessungsinductionsströme, deren Intensität ausreichend war, um den unversehrten Sartorius maximal zu erregen, falls die Kathode an dem tibialen Ende sich befand, nach mechanischer, thermischer oder chemischer Zerstörung des letzteren, erst dann wieder erregend wirken, wenn die Stromesintensität durch weitere Annäherung der Spiralen bedeutend verstärkt wird.

Zur besseren Übersicht der vorstehend mitgetheilten Thatsachen füge ich hier eine Tabelle bei, in welcher die durch Schliessungs- und Öffnungsschläge, bei allmälicher Annäherung der secundären Spirale an die primäre, ausgelösten Zuckungen, zunächst des unversehrten und dann des (am unteren Ende durch Anlegung eines thermischen Querschnittes) verletzten Sartorius eingetragen wurden. Die Schliessung und Öffnung des primären Kreises wurde durch einen Quecksilbercontact vermittelt; mittels eines in den zweiten Kreis eingeschalteten Stromwenders konnten die inducirten Ströme sowohl in ↑ als auch in ↓ Richtung durch den Muskel geschickt werden. Die in den aufeinander folgenden Horizontalreihen verzeichneten Reizerfolge entsprechen annähernd gleichen Stromesintensitäten.

Unversehrt				Unteres Ende verletzt			
Schliessungsschlag		Öffnungsschlag		Schliessungsschlag		Öffnungsschlag	
↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓
○	○	○	Z	○	○	○	○
○	○	z	Z	○	○	Z	○
○	z	Z	Z	○	○	Z	z
z	Z	Z	Z	z	○	Z	z
Z	Z	Z	Z	Z	z	Z	Z

Anmerkung. Die Bezeichnung Z und z wurde mit Rücksicht auf die Grösse der Zuckungen gewählt.

Ich muss noch bemerken, dass, wie aus der vorstehenden Tabelle ersichtlich ist, die anregende Wirkung des in ↑ Richtung durch den Muskel geschickten Öffnungsschlages beträchtlich zunimmt, wenn vorher das tibiale Ende durch Erwärmen oder durch Säuren abgetödtet wurde, ein Verhalten, welches die Analogie zwischen der Einwirkung constanter und inducirter Ströme noch vervollständigt und für das die bereits oben gegebene Erklärung ebenfalls Geltung hat.

IV.

Allgemeine Übersicht.

Den in der vorliegenden Abhandlung mitgetheilten Versuchen zufolge gibt es zwei Gruppen chemischer Substanzen, welche auch bei örtlicher Application die Erregbarkeitsverhältnisse des quergestreiften Muskels in entgegengesetztem Sinne zu verändern vermögen, indem die einen local erregungshemmend, die anderen begünstigend wirken. Abgesehen von dem Interesse, welches diese Thatsache an sich gewährt, ist dieselbe auch von Wichtigkeit mit Rücksicht auf die Aufklärung, welche sie über das Zustandekommen des elektrischen Erregungsvorganges im Muskel zu geben verspricht.

Sie liefert zunächst, wie sich ohne Weiteres aus den vorstehend mitgetheilten Versuchsergebnissen ableiten lässt, ein Mittel, den Satz, dass die elektrische Erregung des Muskels eine polare Wirkung des Stromes sei, ebenso schlagend zu beweisen, wie es durch zeitmessende Versuche bereits geschehen ist; denn würden wirklich sämmtliche Querschnitte der intropolaren Strecke gleichzeitig erregt, so könnte niemals eine so ausserordentliche Verschiedenheit in der erregenden Wirkung beider Stromesrichtungen vorhanden sein, wie es der Fall ist, wenn ein einseitig verletzter oder chemisch veränderter Sartorius seiner ganzen Länge nach durchströmt wird.

Es zeigte sich, dass die Erregungsgrösse nur dann unverändert bleibt, wenn die wirksame Elektrode an dem unversehrten Muskelende sich befindet; sie kann andernfalls in positivem oder negativem Sinne verändert werden, wenn die Erregbarkeit local gesteigert oder herabgesetzt wird.

Da im letzteren Falle endlich auch die Schliessungsdauercontraction ausbleibt, so ergibt sich unmittelbar der Schluss, dass es sich auch hierbei nicht um eine directe Erregung aufeinanderfolgender Muskelquerschnitte handelt, sondern dass die Schliessungs- (und Öffnungs-) Dauercontraction in gleicher Weise wie die Schliessungs- und Öffnungszuckung, durch Fortleitung des primär an der Ka-

thode, beziehungsweise Anode, ausgelösten Erregungsvorganges entsteht.

Wir haben uns jetzt nur noch zu fragen, ob denn alle im Obigen mitgetheilten Thatsachen sich aus der Annahme einer localen Herabsetzung oder Erhöhung der Erregbarkeit des einen Muskelendes befriedigend erklären lassen.

In wie weit dies möglich ist, sollen die folgenden Auseinandersetzungen zeigen. In vollster Übereinstimmung mit der von mir durch zeitmessende Versuche sichergestellten Thatsache, dass die elektrische Erregung des Muskels eine polare Wirkung des Stromes ist, steht die oben mitgetheilte Beobachtung, dass der Erfolg sowohl des Schliessungs- als auch des Öffnungsreizes sehr bedeutend gesteigert wird, wenn im ersten Falle das Kathoden-, im anderen das Anodenende des Muskels durch Behandlung mit verdünnten Lösungen von Na_2CO_3, Na_2SO_4 oder Veratrin in einen Zustand erhöhter Erregbarkeit versetzt wird.

Jene Eingriffe, durch welche, wie bereits mehrmals betont wurde, die Erregbarkeit des Muskels an irgend einer Stelle dauernd herabgesetzt werden kann, lassen sich zweckmässig in zwei Gruppen sondern, je nachdem die Structur und in einem gewissen Grade auch die Erregbarkeit des Muskels an der betreffenden Stelle erhalten bleibt, oder aber ein grösserer oder kleinerer Theil der einen Muskelhälfte wirklich zum Absterben gebracht wurde. Man kann, wenn man die Richtigkeit des Satzes zugibt, dass die elektrische Erregung eines Muskels eine polare Wirkung des Stromes ist, nicht bezweifeln, dass die Grösse sowohl der Schliessungserregung als auch der Öffnungserregung abnehmen muss, wenn die Erregbarkeit der contractilen Substanz an der Aus-, beziehungsweise Eintrittsstelle des Stromes abgenommen hat. Ob die Erregbarkeit in allen übrigen Querschnitten des Muskels dabei unverändert geblieben oder im positiven oder negativen Sinne verändert ist, ist zwar für die Fortleitung des Erregungsprocesses von dem Orte seiner Entstehung aus von wesentlicher Bedeutung, beeinflusst jedoch nicht im Geringsten die Intensität des an der Kathode oder Anode ausgelösten Erregungsvorganges. Man kann sich einen an beiden Enden gleich dicken parallelfaserigen Muskel vorstellen, dessen sämmtliche Querschnitte normal und hochgradig erregbar

sind mit alleiniger Ausnahme der Faserenden auf der einen Seite, an welcher Stelle die Erregbarkeit der contractilen Substanz durch irgend ein Mittel vermindert worden wäre; wir sind dann theoretisch zu der Erwartung berechtigt, dass bei Längsdurchströmung eines solchen Muskels der Erfolg des Schliessungs- wie auch des Öffnungsreizes sich in hohem Grade von der Stromesrichtung abhängig zeigen würde, da ein und derselbe Reiz im einen Falle auf normal erregbare, im anderen auf „ermüdete" Substanz einwirken würde. Je hochgradiger die örtliche Herabsetzung der Erregbarkeit an dem einen Muskelende ist, desto deutlicher wird natürlich auch die Differenz in der erregenden Wirkung der beiden Stromesrichtungen hervortreten müssen. Es dürfte aber auch die Ausdehnung der „localen Ermüdung" nicht ohne Einfluss auf den Reizeffect sein, wie aus der folgenden Betrachtung hervorgeht. Wenn man sich die eine Muskelhälfte in gleich grosse Zonen getheilt denkt und annimmt, dass nur die Erregbarkeit der Endzone herabgesetzt, die der übrigen aber normal geblieben ist, so wird es offenbar gelingen, einen Reiz zu finden, dessen Stärke eben ausreichend ist, um in der ersteren einen Erregungsvorgang auszulösen, der sich durch Leitung von hier aus noch fortzupflanzen vermag und auf diese Weise zu einer merklichen Gestaltveränderung entweder des ganzen Muskels oder doch zum mindesten der betreffenden Muskelhälfte führt. Derselbe Minimalreiz wird aber dann unvermögend sein, diesen Effect hervorzubringen, wenn auch die Erregbarkeit der unmittelbar an den Endquerschnitt grenzenden Zonen in demselben Masse herabgesetzt ist. Denn es wird dann die in derselben Stärke, wie vorhin, ausgelöste Erregung schon innerhalb einer ganz kurzen Strecke erlöschen oder doch nur zur Entstehung einer schwachen Dauercontraction Veranlassung geben.

Ein Muskel, wie er bei den vorstehenden Betrachtungen vorausgesetzt wurde, lässt sich nun, wie ich gezeigt habe, in der That künstlich darstellen. Es gelingt in schonendster Weise durch Behandlung des einen oder anderen Sartoriusendes mit schwachen Lösungen gewisser Salze (insbesondere des sauren Kaliumphosphates und des Fleischsaftes, dessen Wirkung höchst wahrscheinlich dem Gehalte an dem genannten Salze zuzuschreiben ist), welche die Structur des eingetauchten Muskelabschnittes nicht

wesentlich alteriren, die Erregbarkeit partiell herabzusetzen, und man hat dann Gelegenheit, sich von der Übereinstimmung der beobachteten Thatsachen mit den theoretischen Folgerungen zu überzeugen.

In noch vollkommenerer Weise lässt sich bekanntlich durch den elektrischen Strom selbst ein Zustand des Muskels herbeiführen, in welchem derselbe bloss bei einer Stromesrichtung auf den Schliessungsreiz reagirt, ohne dass äusserlich wahrnehmbare Veränderungen vorhanden sind. Es ist kaum zu bezweifeln, dass auch dieser Zustand durch eine auf die Austrittsstelle des Stromes aus der contractilen Substanz beschränkte locale Ermüdung erklärt werden muss, indem zur Zeit kein Grund vorhanden ist, Erregbarkeitsänderungen der intrapolaren Muskelstrecke, weder im positiven, noch im negativen Sinne anzunehmen, da die diesbezüglichen Angaben von v. Bezold noch weiterer Prüfung bedürftig erscheinen, während es andererseits zweifellos sicherersteht, dass an der („physiologischen") Kathode der Vorgang der Erregung nicht nur im Augenblicke der Schliessung erfolgt, sondern continuirlich, wenn auch in abnehmender Stärke, andauert, solange der Strom geschlossen bleibt; es muss daher als feststehend betrachtet werden, dass zum mindesten jene Muskelstrecke, über welche sich die Schliessungsdauercontraction erstreckte, in höherem Grade ermüdet sein wird, als der Rest des Muskels, an dem man während einer länger andauernden nicht allzu starken Durchströmung keinerlei Erregungserscheinungen wahrzunehmen vermag.

Der Unterschied zwischen localer und allgemeiner Ermüdung eines Muskels tritt besonders deutlich hervor, wenn man das Verhalten eines durch Tetanus ermüdeten Muskels mit dem eines durch den Kettenstrom polarisirten vergleicht, indem man gleichstarke Reize (am besten einzelne Inductionsschläge), von deren Wirksamkeit am normalen Muskel man sich vorher überzeugt hat, auf verschiedene Stellen einwirken lässt, und den Unterschied der Zuckungsgrösse vor und nach der Ermüdung bestimmt; man findet im ersteren Falle die Erregbarkeit des ganzen Muskels sehr vermindert, für schwächere (vorher jedoch wirksame) Reize sogar ganz aufgehoben, während ein polarisirter

Muskel auf Reize, die in der Continuität desselben einwirken, ebenso gut reagirt, wie vor der Durchströmung, obgleich die Schliessung des dem polarisirenden gleichgerichteten Stromes keine Spur einer Contraction bewirkt, falls derselbe wieder dieselbe Austrittsstelle hat wie zuvor. Daraus geht hervor, dass die Ursache des Ausbleibens der Erregung in diesem Falle nur in Veränderungen gesucht werden kann, die eben an der Austrittsstelle des Stromes aus der Muskelsubstanz, beziehungsweise in der nächsten Umgebung derselben, localisirt sind. Dasselbe beweist ferner auch der Reizerfolg bei Schliessung des dem polarisirenden entgegengesetzt gerichteten Stromes, wobei die Erregung an jener Stelle ausgelöst wird, wo sich vorher die Anode befand. Die dann zu beobachtende Schliessungszuckung des polarisirten Muskels ist sogar beträchtlich grösser als vor der Durchströmung (Volta'sche Alternative). Ist dies richtig, so muss auch der Erfolg einer Reizung durch einen Inductionsstrom verschieden ausfallen, wenn man ihn das eine Mal durch die ganze Länge eines normalen Muskels, das andere Mal aber nach Polarisirung desselben hindurchgehen lässt, wobei dafür zu sorgen ist, dass im einen wie im anderen Falle die Aus-, beziehungsweise Eintrittsstellen des Stromes nicht geändert werden. Denn da durch zeitmessende Versuche festgestellt ist, dass Inductionsschläge ausschliesslich an der Kathode den Erregungsvorgang auslösen, so kann man sich mit Vortheil derselben bedienen, um die Erregbarkeit des Kathodenendes eines polarisirten Muskels zu untersuchen, indem man sie durch die ganze Länge desselben hindurchschickt.

Es stellte sich auch bei diesen Versuchen eine vollständige Übereinstimmung in dem Verhalten eines Sartorius, dessen eines Ende durch die Einwirkung gewisser chemischer Substanzen in einen Zustand herabgesetzter Erregbarkeit versetzt wurde und eines solchen heraus, der durch andauernde Durchströmung in unveränderter Richtung polarisirt worden war; um nicht bereits Gesagtes zu wiederholen, verweise ich auf das, was im III. Abschnitte der vorliegenden Arbeit hierüber mitgetheilt wurde.

Wenn man endlich noch berücksichtigt, dass auch die Reihenfolge der Ermüdungserscheinungen nach Einwirkung eines constanten Stromes genau dieselbe ist, wie nach einseitiger Ver-

letzung, Erwärmung oder chemischer Abtödtung eines Muskels, indem vor dem gänzlichen Wegfall der Schliessungszuckung in beiden Fällen eine verschiedengradige Abnahme der Zuckungsgrösse beobachtet wird, während die Schliessungsdauercontraction sich am längsten erhält, so dürfte es wohl kaum mehr einem Zweifel unterliegen, dass die locale Erregbarkeitsherabsetzung, welche in dem einen Falle durch die an der Austrittstelle des Stromes erfolgende Dauererregung, im anderen aber durch eine in verschiedener Weise zu bewerkstelligende chemische Veränderung der Muskelsubstanz bedingt wird, die einzige Ursache dafür ist, dass der Muskel gar nicht oder nur in geringerem Grade erregt wird, wenn der Strom an dem derartig veränderten Muskelende aus- oder eintritt, während andernfalls sowohl Schliessungs- wie auch Öffnungserregung in normaler Weise erfolgt.

Als interessanten Beweis für die Richtigkeit des vorstehenden Satzes will ich schliesslich noch folgende Thatsache anführen: Es kommt bei Präparation des Sartorius bisweilen, wenn auch selten, vor, dass sich die Fasern an ganz umschriebenen Stellen bleibend contrahiren, so dass ein „idiomuskulärer" Wulst entsteht, der bald in der Mitte, bald an dem einen oder anderen Ende des Muskels auftritt; besonders häufig ist das erstere der Fall; es muss dahingestellt bleiben, ob dies mit der von Kühne seinerzeit behaupteten grösseren Erregbarkeit des Sartorius an der Eintrittsstelle seiner Nerven zusammenhängt. Ist nun die Wulstbildung auf das untere Sartoriusende beschränkt, so beobachtet man bei Längsdurchströmung des Muskels das interessante Verhalten, dass nur der ↑ Strom in normaler Weise Schliessungserregung auslöst, während der sonst stärker wirksame ↓ Strom entweder gar nicht (bei mittelstarken Strömen) erregend wirkt oder doch in viel geringerem Grade, als der ↑.

Dies ist auch dann noch der Fall, wenn bereits keine Spur localer Contraction mehr vorhanden ist; denn diese verschwindet bisweilen nach einiger Zeit von selbst, besonders aber dann, wenn man den Muskel in 0·6 % Kochsalzlösung badet.

Es muss demnach hier in ganz ähnlicher Weise wie durch die Schliessungsdauercontraction bei Einwirkung des constanten Stromes, durch die einer mechanischen Reizung (vielleicht Dehnung?) unter Umständen folgende partielle Dauererregung ein Zustand herabgesetzter Erregbarkeit an dem Orte der idiomuskulären Contraction zu Stande gekommen sein, was ja im Grunde eine nothwendige Folge des Umstandes ist, dass jede Erregung mit Stoffverbrauch einhergeht.

Ich habe bereits zu wiederholten Malen hervorgehoben, dass auch das Verhalten, welches ein Sartorius, dessen eines Ende mechanisch oder durch Wärme abgetödtet wurde, dem elektrischen Strome gegenüber darbietet, sich durch die Annahme einer auf den Ort des Eingriffes beschränkten Erregbarkeitsverminderung befriedigend erklären lasse, und es obliegt mir jetzt noch, diese Anschauung näher zu begründen.

Da es als eine wohlbegründete Thatsache angesehen werden kann, dass eine unversehrte, allseitig vom Sarkolemm umhüllte Muskelfaser jedesmal dann erregt wird, wenn ein elektrischer Strom an irgend einem Punkte ihrer Oberfläche austritt, und da ferner die Beschaffenheit des Leiters, durch welchen der Aus- oder Eintritt des Stromes erfolgt, erfahrungsgemäss gleichgiltig ist, wenn man von der unvermeidlichen Polarisation metallischer Elektroden absieht, so scheint auf den ersten Blick das Verhalten eines einseitig verletzten Muskels eine Ausnahme von der allgemeinen Regel zu bilden, indem sich herausstellt, dass, wie im ersten Abschnitte dieser Arbeit gezeigt wurde, sowohl die Schliessungs- wie auch die Öffnungserregung ausbleibt oder doch nur in geschwächtem Masse eintritt, wenn der Strom aus lebender, unversehrter Muskelsubstanz in abgestorbene übertritt oder umgekehrt.

Es lässt sich leicht zeigen, dass die todte contractile Substanz als solche dem Strome gegenüber sich ganz ebenso verhält, wie irgend ein anderes als indifferenter Leiter dienendes thierisches Gewebe (Sehne, Knochen etc.); man kann die Thonspitzen unpolarisirbarer Elektroden mit abgestorbenem Muskelfleisch umhüllen und mittelst derselben den Strom der unversehrten Oberfläche eines Muskels zuführen, ohne das Zustandekommen des Erregungsvorganges zu hindern oder zu erschweren.

Es müssen demnach an der Grenze zwischen abgestorbenem und lebendem Faserinhalt in der Continuität eines Muskels noch ganz besondere Verhältnisse in Betracht kommen, welche die Erregung zu hemmen im Stande sind.

Ich brauche wohl kaum noch besonders darauf hinzuweisen, dass weder durch die einseitige Verletzung noch auch durch Anlegung eines thermischen Querschnittes die Gesammterregbarkeit des Muskels geschädigt wird. Der einfache Versuch der Stromwendung widerlegt dies ja zur Genüge; allein es muss bemerkt werden, dass allerdings hinreichender Grund zu der Annahme vorliegt, dass in nächster Nähe der verletzten Stelle die Erregbarkeit mehr oder minder herabgesetzt ist. Dem scheint zwar der Versuch zu widersprechen, dass, wenn man eine Brücke aus Kochsalzthon bildet, welche die Epiphyse der tibia (oder des Beckenknochens, wenn das obere Sartoriusende verletzt wurde) mit einem jenseits der verletzten Stelle gelegenen Punkte der Muskeloberfläche in leitende Verbindung setzt, der Muskel bei Schliessung eines ↓ (beziehungsweise eines ↑) Stromes fast ebenso stark zuckt, wie vor der Verletzung, allein es ist zu bedenken, dass aller Wahrscheinlichkeit nach der Zustand hochgradiger Erregbarkeitsherabsetzung auf die nächste Umgebung der verletzten Stelle beschränkt ist; wenigstens dürfte dies in der ersten Zeit nach dem einfachen Zerdrücken der Faserenden auf der einen Seite zutreffend sein. Dass aber überhaupt die Erregbarkeit an der Grenze abgestorbenen und lebenden Faserinhaltes vermindert sein muss, geht schon aus dem Umstande hervor, dass ja der Process des Absterbens unaufhaltsam durch die ganze Länge einer Faser hindurch fortkriecht, wenn er einmal an irgend einer Stelle eingeleitet wurde, und dass demnach abgestorbener und lebender Faserinhalt niemals unvermittelt aneinandergrenzen, sondern dass ausgehend von jenem Querschnitte des Muskels, dessen Structur durch den gesetzten Eingriff zerstört wurde und der völlig abgestorben ist, in den darauf folgenden Querschnitten nahe zusammengedrängt alle nur möglichen Stadien des Absterbens und dementsprechend auch der Erregbarkeit aufeinander folgen, wie dies bereits Hermann[1] hervorgehoben hat.

[1] Hermann, Weitere Unters. z. Phys. d. Nerven u. Muskeln p. 5 f.

Wenn es richtig ist, dass, wie bereits oben erwähnt wurde, auch die Ausdehnung der „localen Ermüdung" von Einfluss darauf ist, ob ein elektrischer Reiz von gegebener Grösse eine Gestaltveränderung des Muskels zur Folge hat oder nicht, so kann man wohl voraussetzen, dass die langsame Abtödtung des einen oder anderen Sartoriusendes durch Eintauchen in erwärmtes Wasser die Erregbarkeit des Muskels für die eine Stromesrichtung in vollkommenerer Weise herabzusetzen vermöchte als die einfache mechanische Verletzung; denn es dürfte nicht zu bezweifeln sein, dass gerade hier durch die locale, nur langsam sich steigernde Einwirkung erhöhter Temperatur, eine möglichst vollkommene Abstufung der Erregbarkeit der dem wärmestarren Abschnitte des Muskels zunächst gelegenen Querschnitte erreicht werden kann. Das Versuchergebniss bestätigt denn auch in der That, wie oben gezeigt wurde, diese Voraussetzung.

Es wäre ein interessanter Beweis für die Richtigkeit der im Vorstehenden entwickelten Anschauung, dass die in der unmittelbaren Umgebung der abgestorbenen Faserenden nothwendig vorhandene Herabsetzung der Erregbarkeit die eigentliche Ursache des abweichenden Verhaltens eines einseitig verletzten Muskels bei elektrischer Reizung ist, wenn es gelänge, die Faserenden zu zerstören, ohne zugleich die Erregbarkeit der zunächst angrenzenden Querschnitte zu schädigen; es würde dann voraussichtlich die Wirkung des Schliessungs-, beziehungsweise Öffnungsreizes, völlig unabhängig von der jeweiligen Richtung des Reizstromes sein. Leider ist es nicht möglich, den Versuch in dieser Form anzustellen.

Es erklärt sich nun auch ganz einfach die Thatsache, dass man in den meisten Fällen die durch „locale Ermüdung" bedingte Ungleichheit in der erregenden Wirkung beider Stromesrichtungen wieder zu beseitigen, ja sogar umzukehren vermag, wenn es gelingt, die örtliche Herabsetzung der Erregbarkeit aufzuheben. Man kann dies, wie oben auseinandergesetzt wurde, entweder dadurch erreichen, dass man den schädlich wirkenden Stoff einfach durch Auswaschen mit einer indifferenten Flüssigkeit beseitigt (Kalisalze, verdünnter Alkohol), wenn dies aber nicht ausreicht, wie es z. B. nach mechanischer Verletzung oder nach Anlegung eines thermischen Querschnittes der Fall ist, so gelangt

man doch fast immer dadurch zum Ziele, dass man den Muskel an der Grenze zwischen abgestorbener und lebender Substanz mit der Lösung eines der obenerwähnten erregbarkeitserhöhenden Körper (Na_2CO_3, Na_2SO_4, Veratrin) behandelt; der günstige Einfluss dieses Verfahrens lässt sich wohl nur so deuten, dass dadurch die vorher gesunkene Erregbarkeit der mehrfach erwähnten Übergangszone zur Norm zurückgeführt, unter Umständen sogar über dieselbe gesteigert wurde.

Es muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, uns über die Natur der stofflichen Veränderungen der contractilen Substanz des Muskels, welche den verschiedenen Erregbarkeitszuständen derselben insbesondere an der Aus- und Eintrittsstelle eines constanten elektrischen Stromes zu Grunde liegen, genauere Aufklärung zu verschaffen. Der Weg dazu scheint gebahnt durch den Nachweis eigenthümlicher, dem jeweiligen Erregbarkeitszustande, wie es scheint, entsprechender Veränderungen der elektromotorischen Eigenschaften der Muskelsubstanz, welche den Gegenstand der nächsten Mittheilung bilden sollen.

Erläuterung zu der Tafel.

Sämmtliche Curven stammen vom curarisirten *M. sartorius* des Frosches und sind bei der gleichen Umdrehungsgeschwindigkeit des Kymographioncylinders mittelst des Hering'schen Doppelmyographen verzeichnet worden. Die Zeitmarken entsprechen Doppelsecunden; die durch eine 2. Horizontale verbundenen höheren senkrechten Striche zeigen an, wie lange der zur Reizung benützte Kettenstrom den Muskel durchfloss.

Die mit O bezeichneten Curvenreihen entsprechen der oberen, die mit U der unteren Hälfte des in der Mitte durch geölten Thon fixirten Muskels; durch Pfeile ist die jeweilige Stromesrichtung versinnlicht, während die beigefügten Zahlen die Grösse des eingeschalteten Rheochordwiderstandes bedeuten.

Tafel I.

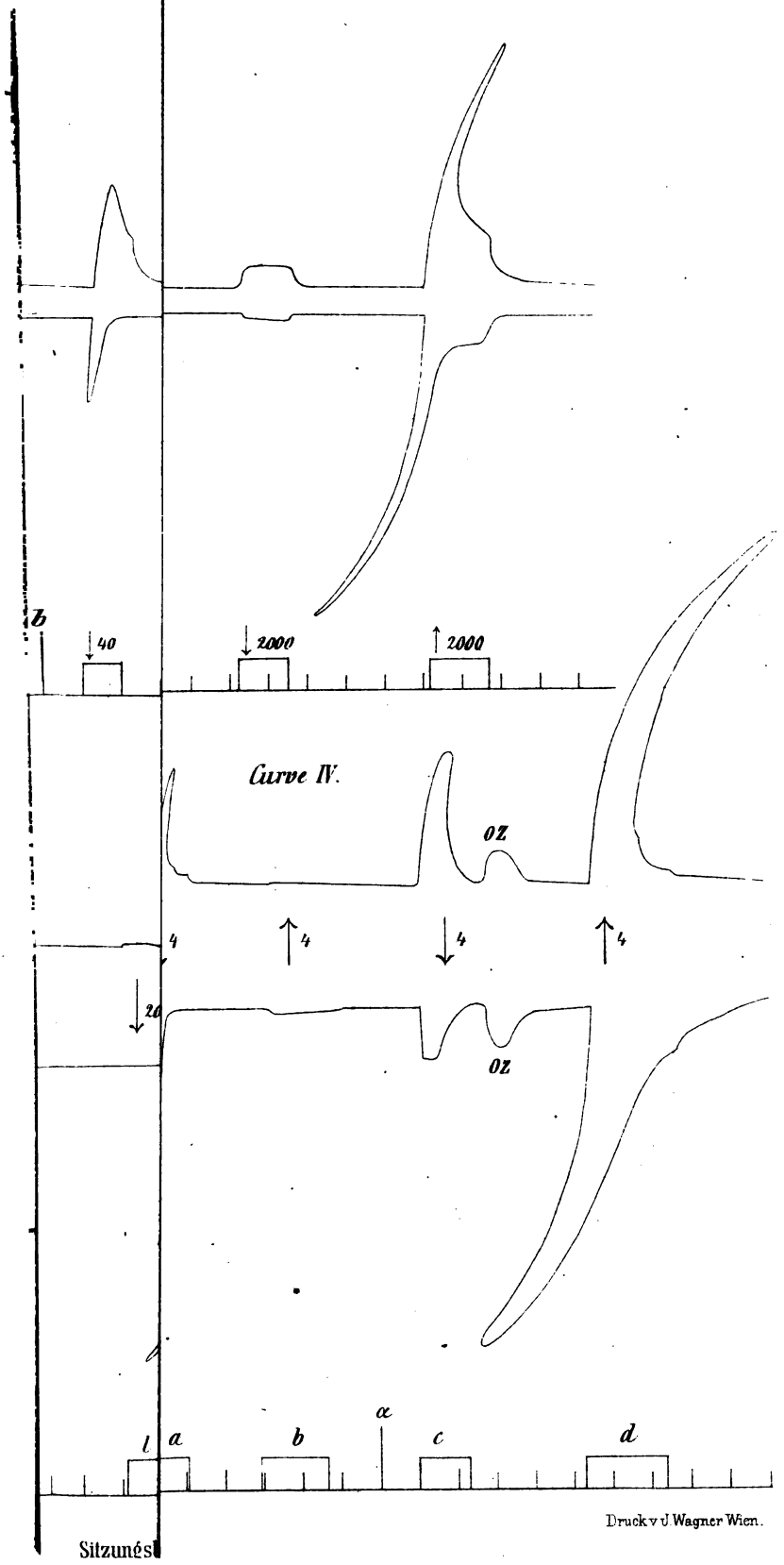
Curve I. Die 4 aufeinander folgenden Zuckungscurven sind durch Schliessungsreize bei gleicher Stromstärke (2 Daniell) gewonnen worden; der wechselnden Stromesrichtung entsprechend ist die Schliessungsdauercontraction im einen Fallé an der unteren (*a*), im anderen (*b*) an der oberen Muskelhälfte besonders ausgeprägt; nachdem (bei α) das Knieende des Sartorius durch Berührung mit einem erhitzten Glasstabe abgetödtet worden war, bewirkt die Schliessung des ↓gerichteten Stromes bei ungeänderter Stromstärke nur eine kleine Zuckung (*c*), während der Reizerfolg bei ↑ Stromesrichtung ungeändert bleibt.

Curve II. Einfluss der Abtödtung des einen Sartoriusendes durch Alkohol. Aufeinanderfolgende Schliessungsreize bei wachsender Intensität und wechselnder Richtung des Stromes; der Erfolg der beiden ersten Schliessungen (*a* und *b*) zeigt (wie auch Curve IV *a* und *b*) deutlich den Einfluss, welchen die asymmetrische Gestalt des Sartorius auf dessen Erregung durch den elektrischen Strom besitzt; nachdem (bei α) das untere Muskelende 4 Minuten lang mit Alkohol absol. behandelt wurde, bleibt die Schliessungszuckung auch bei starken ↓ Strömen aus, während die Schliessung des ↑ Stromes in normaler Weise erregend wirkt.

Curve III. Einfluss einseitiger Veratrinbehandlung auf die elektrische Erregung des Sartorius.

Nachdem das tibiale Muskelende (bei α) 4 Minuten lang mit einer stark verdünnten Lösung von *Veratrin. acet.* behandelt wurde, verräth sich die im Beginne der Giftwirkung vorhandene Steigerung der Erregbarkeit nur durch das Hervortreten der Öffnungszuckung (*OZ*) bei geringer Stromstärke und nach sehr kurzer Schliessungsdauer ↑ gerichteter Ströme, da die Schliessungszuckungen bei ↑ und ↓ Stromesrichtung schon vor der localen Vergiftung maximal waren; die mit *a, b, c*, etc. bezeichneten Verticalstriche entsprechen Pausen von je 4 Minuten, und man sieht, dass mit der Fortdauer der Giftwirkung die Erregbarkeit an der betreffenden Muskelstelle mehr und mehr abnimmt; eine schwache Dauercontraction bildet endlich, nachdem die Anfangszuckung gänzlich verschwunden ist, den einzigen Reizerfolg bei Schliessung ↓ gerichteter Ströme. Aufsteigende Ströme wirken dagegen nach wie vor in gleicher Weise erregend.

Curve IV. Locale Steigerung der Erregbarkeit durch 1% Lösung von Na_2CO_3. Nachdem dasselbe (bei α) 3 Minuten lang auf das Beckenende des Sartorius eingewirkt hat, beobachtet man sofort das Auftreten der Öffnungszuckung bei ↓ Stromesrichtung und die ganz ausserordentliche gesteigerte Wirkung der Schliessung des ↑ gerichteten schwachen Stromes (*d*).



Druck v J. Wagner Wien.

Sitzungsb

D Copy
165